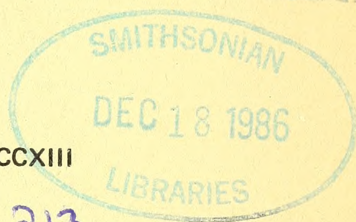
ISSN 0037-8437

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

Director: Dr. PEDRO CATTANEO



ENERO - DICIEMBRE 1986 – Entregas I-VI – TOMO CCXIII

ENERO - DICIEMBRE 1982 – TOMO CCXIII 213

SUMARIO

SERIE I – CIENCIAS Nº 46 PAG.

ACTUALIZACION DE TEMAS

Avda. SANTA FE 1145
1059 BUENOS AIRES
ARGENTINA
1986

NORMAS PARA LOS AUTORES

1. ANALES publica unicamente trabajos originales e inéditos ; solamente por excepción podrá incluir trabajos cuya noticia se haya dado por otra publicación.
2. La publicación en ANALES es gratuita. Las separatas que soliciten los autores (o las entidades a que estén vinculados) son con cargo a los mismos. El requerimiento deberá hacerse por escrito y antes de iniciar la impresión.
3. Los autores son personalmente responsables de la tesis y del contenido de sus trabajos y deberán realizar las correcciones de las pruebas de imprenta de dichos trabajos.
4. La Sociedad Científica Argentina se reserva el derecho de rechazar cualquier trabajo que sea sometido para publicación en ANALES, si así lo considerara conveniente.
5. Los trabajos deberán ser presentados escritos a máquina, a doble espacio, en papel tamaño oficio o carta, utilizando una sola de las caras del papel y redactados en castellano. Las fórmulas podrán ir manuscritas y deberán ser suficientemente claras para la labor de la imprenta. Los gráficos se dibujarán en tinta china, o por otro medio, de manera tal de permitir la fácil y buena preparación de los clisés ; esto último es aplicable a todo tipo de ilustración. La cantidad será la mínima compatible con las necesidades de la buena comprensión del trabajo. Se procurará que los trabajos no ocupen más de *seis páginas* de Anales en total, incluídas ilustra-ciones y tablas. La publicación de las primeras seis páginas es gratuita ; los clisés y las páginas que excedan de seis serán con cargo a los autores, de acuerdo a la disposición de fecha 4 de septiembre de 1975.
6. Los trabajos, luego de su título, llevarán un resumen en castellano y otro en idioma extranjero, éste último de no más de 150 palabras. Dichos resúmenes deberán señalar el problema planteado, la indicación de los procedimientos y procesos y las conclusiones a que se arribe, y hacer referencia sobre la precisión de los resultados, todo ello de manera sintética.
7. Los escritos originales, destinados a la Dirección de ANALES, serán remitidos a la Administración de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145 (1059), Capital Federal, a efectos de registrar fecha de entrega y posterior envío al Director.
8. La publicación de los trabajos, una vez aceptados, estará sujeta a las posibilidades de la Sociedad y a las exigencias de diagramación de ANALES. La Sociedad se reserva el derecho de determinar la entrega de ANALES en la cual aparecerán los trabajos.

ISSN 0037-8437

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

Director: Dr. PEDRO CATTANEO

ENERO - DICIEMBRE 1986 – Entregas I-VI – TOMO CCXIII

ENERO - DICIEMBRE 1982 – TOMO CCXIII

SUMARIO

SERIE I – CIENCIAS Nº 46 **PAG.**

Avda. SANTA FE 1145
1059 BUENOS AIRES
ARGENTINA
1986

NORMAS PARA LOS AUTORES

1. ANALES publica unicamente trabajos originales e inéditos ; solamente por excepción podrá incluir trabajos cuya noticia se haya dado por otra publicación.
2. La publicación en ANALES es gratuita. Las separatas que soliciten los autores (o las entidades a que estén vinculados) son con cargo a los mismos. El requerimiento deberá hacerse por escrito y antes de iniciar la impresión.
3. Los autores son personalmente responsables de la tesis y del contenido de sus trabajos y deberán realizar las correcciones de las pruebas de imprenta de dichos trabajos.
4. La Sociedad Científica Argentina se reserva el derecho de rechazar cualquier trabajo que sea sometido para publicación en ANALES, si así lo considerara conveniente.
5. Los trabajos deberán ser presentados escritos a máquina, a doble espacio, en papel tamaño oficio o carta, utilizando una sola de las caras del papel y redactados en castellano. Las fórmulas podrán ir manuscritas y deberán ser suficientemente claras para la labor de la imprenta. Los gráficos se dibujarán en tinta china, o por otro medio, de manera tal de permitir la fácil y buena preparación de los clisés ; esto último es aplicable a todo tipo de ilustración. La cantidad será la mínima compatible con las necesidades de la buena comprensión del trabajo. Se procurará que los trabajos no ocupen más de *seis páginas* de Anales en total, incluídas ilustra-ciones y tablas. La publicación de las primeras seis páginas es gratuita ; los clisés y las páginas que excedan de seis serán con cargo a los autores, de acuerdo a la disposición de fecha 4 de septiembre de 1975.
6. Los trabajos, luego de su título, llevarán un resumen en castellano y otro en idioma extranjero, éste último de no más de 150 palabras. Dichos resúmenes deberán señalar el problema planteado, la indicación de los procedimientos y procesos y las conclusiones a que se arribe, y hacer referencia sobre la precisión de los resultados, todo ello de manera sintética.
7. Los escritos originales, destinados a la Dirección de ANALES, serán remitidos a la Administración de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145 (1059), Capital Federal, a efectos de registrar fecha de entrega y posterior envío al Director.
8. La publicación de los trabajos, una vez aceptados, estará sujeta a las posibilidades de la Sociedad y a las exigencias de diagramación de ANALES. La Sociedad se reserva el derecho de determinar la entrega de ANALES en la cual aparecerán los trabajos.

ISSN 0037-8437

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

Director: Dr. PEDRO CATTANEO

ENERO - DICIEMBRE 1986 – Entregas I-VI – TOMO CCXIII



Esta publicación ha sido posible mediante
la generosa contribución de la

FUNDACION BANCO DE BOSTON

Avda. SANTA FE 1145
1059 BUENOS AIRES
ARGENTINA
1986

MIEMBROS PROTECTORES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

AGUA Y ENERGIA LECTRICA, Empresa del Estado

COMISION DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS de la Pcia. de Bs. As.

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS

FUNDACION BUNGE Y BORN

I.B.M. ARGENTINA S.A.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA)

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL (INTI)

JOCKEY CLUB ARGENTINO

UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA

YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES

FUNDACION BANCO DE GALICIA

BANCO DE ITALIA Y RIO DE LA PLATA

ING. OSVALDO MARTINEZ

SOBRE LA BIOLOGIA DE LOS TIBURONES COSTEROS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (*)

Por

Roberto C. Menni*, María B. Cousseau**, y Atila R. Gosztonyi***

SUMMARY

This paper is the result of one year of analysis of commercial samples of sharks captured in the area of Mar del Plata (38°S, 57°35'W). Eight species, belonging to four families were studied: **Notorhynchus pectorosus** (Hexanchidae); **Squalus cubensis** and **S. blainvillei** (Squalidae); **Odontaspis taurus** (Odontaspididae); **Mustelus schmitti**; **M. canis**; **M. fasciatus** and **Galeorhinus vitaminicus** (Triakidae). **M. schmitti**, as the most common species, provides a more detailed information.

The resulting conclusions are reported below.

A) In spite of the biological nature of this investigation, it was necessary to establish a well founded criterion for the taxonomic consideration of the species studied. From this point of view, we conclude that:

1 – Three species of the genus **Mustelus**; **M. schmitti**; **M. canis** and **M. fasciatus** are found in the area of Mar del Plata. The validity of **M. schmitti** is discussed, and the presence of **M. canis** and **M. fasciatus** confirmed for Argentina. Some morphometrical data are added.

2 – The genus **Squalus** in Argentina includes three species: **S. acanthias**; **S. blainvillei** and **S. cubensis**, whose status are discussed. **S. blainvillei** and **S. cubensis** sympatrically occur in the studied area, Unpublished information from the authors referred to **S. acanthias** was used in the analysis of the species of this genus.

B) Biological results can be summarized as follows:

1 – Seven hundred sixty six specimens of **M. schmitti** were examined, within a length range of 260 and 895 mm for the females and of 285 to 790 mm for males. Equations corresponding to weight-length relationship were obtained, with the following values:

Males $W = 0{,}4651 \times 10^{-3} \times L^{2{,}917}$

Females $W = 0{,}1825 \times 10^{-3} \times L^{3{,}172}$

Both $W = 0{,}2600 \times 10^{-3} \times L^{3{,}074}$

It was verified that females are larger and stouter than males.

In the study of the reproductive cycle of the females, four sexual maturity stages were considered: Immaturity I with filiform ovaries; Immaturity II with noticeable oocytes; Maturity I with uterine eggs and Maturity II with uterine embryos. The calculated length at first maturity was 620 mm.

Oocytes were found in females over 492 mm long, being the maximum diameter of 23,5 mm in December. Embryos were found in females with lengths ranging from 598 to 895 mm. The maximum size of the embryos - 285 mm (females) and 278 mm (males) - were observed in November. The number of embryos by litter was 1 to 13 (being 4 the commonest). The mean length of the embryos is lesser, and its number larger, as the mother's length increases. In the studied area the birth occurs about in November-December. This species is considered as viviparous (ovoviviparous) of non placental type with compartments formation.

★ Trabajo remitido por la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. (CIC)

* Investigador CONICET, Museo de La Plata.
** Investigador CONICET, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo pesquero.
*** Investigador CONICET, Centro Nacional Patagónico.

Three sexual maturity stages were considered in the males: Immaturity I, with filiform gonads and uncalcified claspers; Immaturity II with developed gonads but uncalcified claspers and Maturity I with developed gonads and well calcified claspers. The minimum length observed for the last category was 517 mm. The length at first maturity was calculated as 600 mm.

The feeding habits of **M. schmitti** indicates a bottom related fish. It is a secondary carnivore that feeds preferently upon crustacea reptantia. The second item is constitued by polychaetous worms and the third one by fishes (both benthic and free swimming ones); the last place is occupied by several benthic organisms as holothurians and actinians.

2 – Few specimens of **M. canis** and **M. fasciatus** were observed. Data on sexual stages and feeding are given on these two speies. Those referred to **M. fasciatus** seems to be the first observations made. These two species are, as **M. schmitti**, trophically related to the bottom.

3 – Twenty eight specimens of **Galeorhinus vitaminicus** were examined, with lengths below 968 mm corresponding to immaturity stages. This species is near absolutely ichthyofagous and does not depend on the benthos as the preceding ones.

4 – Occasional observations were made upon two species belonging to the genus **Squalus: S. blainvillei** and **S. cubensis**. In the first one, uterine eggs and recent ovulation were observed in October in a specimen of 748 mm length. Uterine eggs were found in **S. cubensis** at 505 mm length, and between lengths of 530 and 605 mm four females had embryos. The diet in these species seems to be a demersal ichthyofagous one.

5 – Occasional data were obtained on the two largest species, **Notorhynchus pectorosus** and **Odontaspis taurus**.

RESUMEN

Este trabajo es el resultado de un año de análisis de los muestreos de desembarque de tiburones del área de Mar del Plata. Se estudiaron ocho especies de 4 familias, a saber: **Mustelus schmitti, M. canis, M. fasciatus** y **Galeorhinus vitaminicus** (Triakidae); **Squalus blainvillei** y **S. cubensis** (Squalidae); **Notorhynchus pectorosus** (Hexanchidae) y **Odontaspis taurus** (Odontaspididae). La información más detallada corresponde a **M. schmitti** que es la especie más abundante en la zona.

Los resultados se detallan a continuación:

A) Aunque el objetivo de este trabajo fue predominantemente biológico, fue necesario establecer un criterio fundamentado en la consideración de las especies tratadas. Desde este punto de vista, se concluyó:

1- que en el área de Mar del Plata se encuentran tres especies del género **Mustelus,** a saber: **M. schmitti; M. canis** y **M. fasciatus.** Se discute la validez de **M. schmitti** y se confirma la presencia de **M. canis** y **M. fasciatus** en Argentina.

2- que la composición del género Squalus en la Argentina, implica la presencia de tres especies: **Squalus acanthias; S. blainvillei** y **S. cubensis.** Sólo las dos últimas se hallan en la zona estudiada. En la consideración de esta familia, se usó información inédita de los autores.

B) Los resultados obtenidos referentes a la biología de las especies tratadas pueden resumirse como sigue:

1- Se observaron 766 ejemplares de **M. schmitti** con un rango de tallas entre 260 y 895 mm para las hembras y entre 285 y 790 mm para los machos.

Se obtuvo la curva de la relación talla-peso con los siguientes valores:

$$M \quad P\ W = 0{,}4651 \times 10^{-1}_{3}1 \times L^{2{,}917}$$
$$H \quad P\ W = 0{,}1825 \times 10^{-3} \times L^{3{,}172}$$
$$T \quad P\ W = 0{,}2600 \times 10^{-2} \times L^{3{,}074}$$

comprobándose que las hembras son mayores y más robustas que los machos.

Para el estudio del ciclo reproductivo en hembras se consideraron cuatro estados de madurez sexual definidos por las siguientes características: inmadurez 1 con ovarios fili-

formes; Inmadurez II con ovocitos diferenciables; Madurez 1 con huevos en útero y ovocitos; Madurez II con embriones en útero.

Se observaron ovocitos a partir de la talla de 492 mm, el diámetro máximo de los mismos fue de 23.5 mm en el mes de diciembre. Se hallaron embriones en 64 hembras con tallas entre 598 y 895 mm. La talla máxima observada para los embriones en noviembre fue 285 mm para las hembras y 278 para los machos.

El número de embriones por camada fue de 1 a 13 (el más común 4). Mientras que la talla media de los embriones disminuye, su número es mayor con el aumento de tamaño de las hembras.

En el área estudiada, el nacimiento de los embriones tendría lugar en noviembre y diciembre.

Aparentemente, **M. schmitti** es una especie de ciclo anual con unos 11 meses de gestación y ovulación inmediata. Se considera esta especie como vivípara (ovovivípara), no placentaria, con formación de compartimentos.

La talla media de primera madurez calculada fue de 620,6 mm.

En los machos se consideraron tres estados de madurez sexual: Inmadurez I con testículos filiformes y claspers no calcificados; Inmaduredz II con testículos medibles y claspers no calcificados y Madurez I con testículos desarrollados y claspers bien calcificados.

La talla mínima observada para esta última categoría fue de 517 mm. La talla media de primera madurez fue calculada en 600.01 mm.

Por sus hábitos alimentarios, **M. schmitti** es un pez ligado al fondo. Es un carnívoro secundario que preda preferentemente sobre crustáceos reptantia. El segundo lugar, lo ocupan los poliquetos, el tercero los peces tanto bentónicos como de aguas libres y, en menor proporción, organismos bentónicos como holoturias y actinias.

2- Respecto a **M. canis** y **M. fasciatus**, se dispuso de pocos ejemplares de los que se presentan los datos sobre el ciclo sexual y alimentación que, en cuanto a la segunda, son los primeros conocidos. Se considera a estas especies relacionadas con el fondo en cuanto a sus hábitos alimentarios.

3- De **Galeorhinus vitaminicus** se contó con 28 ejemplares de ambos sexos, de tallas inferiores a 968 mm que corresponden a estados de inmadurez sexual. Esta especie es predominantemente ictiófaga y su dependencia del bentos no es tan marcada como en las especies anteriores.

4- Observaciones del mismo tipo se hicieron en dos especies del género **Squalus**: **S. blainvillei** y **S. cubensis**. En la primera se observaron huevos uterinos y ovulación reciente en el mes de octubre para una talla de 748 mm.

En **S. cubensis** se hallaron huevos uterinos a los 505 mm y en tallas entre 530 y 605 mm cuatro hembras presentaron embriones.

La dieta de estas especies las señala como posibles ictiófagas demersales.

5- De las especies de mayor tamaño, correspondientes a las familias Hexanchidae, (**Notorrhynchus pectorosus**) y Odontaspididae, (**Odontaspis taurus**), se obtuvieron algunos datos ocasionales sobre ejemplares juveniles.

INTRODUCCION

Este trabajo constituye un aporte al conocimiento de algunos aspectos biológicos de los elasmobranquios pleurotremados comunmente desembarcados en el Puerto de Mar del Plata, que son capturados en el área cercana al mismo.

Se examinó material de ocho especies: **Notorhynchus pectorosus** (Hexanchidae); **Squalus cubensis** y **S. blainvillei** (Squalidae); **Odontaspis taurus** (Odontaspidae); **Mustelus schmitti**; **M. canis**; **M. fasciatus** y **Galeorhinus vitaminicus** (Triakidae) (Tabla 1)*.

* Estas especies son las que se encuentran usualmente en la zona costera de la provincia de Buenos Aires. Durante la campaña C-03/81, llevada a cabo por el INIDEP, entre los 33°30' y 40°30' S y hasta los 50 m de profundidad no se capturaron otros tiburones.

Las cifras que figuran en la Tabla 2 dan una idea de la captura de tiburones desembarcada en el Puerto de Mar del Plata en los últimos diez años, según datos proporcionados por el Servicio Nacional de Pesca. Las cantidades correspondientes a especies de **Mustelus** que figuran bajo el nombre general de gatuzo, se refieren predominantemente a **M. schimitti** pero incluyen también **M. canis** y, en menor proporción **M. fasciatus**. En cuanto al nombre de cazón, corresponde a **Galeorhinus vitaminicus**, pero puede incluir ejemplares grandes de otras especies, entre ellas **Mustelus canis**. Las otras especies no figuran en las estadísticas pesqueras.

TABLA 1 - LISTA DE ESPECIES MUESTREADAS Y SU FRECUENCIA MENSUAL -

ESPECIE Año	1977	1978									1979	TOTAL	%
Mes	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	Jun.	Jul.	Set.	Oct.	Nov.	Mar.	Obs. por especie.	
Mustelus schmitti	221	86	20	125	27	60	- -	54	33	62	78	766	92,29
Mustelus canis	-	2	-	3	-	-	1	-	-	-	-	6	0,72
Mustelus fasciatus	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,24
Notorhynchus pectorosus	1	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	5	0,60
Odontaspis taurus	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,12
Galeorhinus vitaminicus	-	10	-	10	5	5	-	-	-	-	-	30	3,61
Squalus cubensis	-	-	7	-	-	-	-	3	-	7	-	17	2,05
Squalus blainvillei	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	3	0,37
TOTAL MENSUAL	225	98	28	139	34	66	1	57	35	69	78	830	100,00

TABLA 2 - CAPTURA DE TIBURONES DESEMBARCADA EN EL PUERTO DE MAR DEL PLATA, EN MILES DE KG., SEGUN LAS ESTADISTICAS DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA. AÑOS 1971 - 1980.

	GATUZO			CAZON			
AÑO	COSTERA	ALTURA	TOTAL	COSTERA	ALTURA	TOTAL	TOTAL TIBURONES
1971	4394,5	167,4	4561,9	469,8	- -	469,8	5031,7
1972	4170,7	93,2	4263,9	163,4	102,3	265,7	4529,6
1973	7696,4	171,6	7868,0	110,6	19,8	130,4	7998,4
1974	8723,2	101,5	8824,7	100,6	13,4	114,0	8938,7
1975	9085,9	38,0	9123,9	58,2	9,5	67,7	9191,6
1976	4045,8	18,1	4063,9	205,9	85,0	290,9	4354,8
1977	3701,0	23,3	3724,3	266,1	112,4	378,5	4102,8
1978	4588,0	77,2	4665,2	947,4	39,0	986,4	5651,6
1979	3232,0	135,6	3367,6	637,1	14,4	651,5	4019,1
1980	4088,2	442,6	4530,8	456,5	39,1	495,6	5026,4

Menni (1981) provee las referencias de alrededor de una docena de trabajos argentinos sobre biología de condrictios y señala que hay numerosos datos de distribución y algunos biológicos dispersos en publicaciones referentes a otros grupos. A dicha lista puede agregarse el trabajo de Menni et al. (1981), que incluye referencias completas y observaciones biológicas sobre varias especies de hipotremados.

La presente investigación incluye un análisis de la composición por tallas, ciclo reproductivo y alimentación de **Mustelus schmitti**, que fue la especie más muestreada por ser hasta el momento la más intensamente explotada entre los condrictios del área. En las otras especies, la información tiene carácter más parcial pero en varios casos constituye la primera de que se dispone en el área.

MATERIAL Y METODOS

El material estudiado fue obtenido del que se usa en la elaboración de harina de pescado o fue adquirido del destinado a consumo en fresco. Naturalmente esto impone limitaciones al muestreo, que no puede considerarse representativo del estado de la o las poblaciones sobre las que se pesca. De todas maneras, se han analizado muestras suficientes para cubrir –en el caso de **Mustelus schimitti**– un amplio rango de tallas de ambos sexos.

Para el ordenamiento de los datos, se confeccionó una planilla de campo en la que se registraron longitud total, peso y sexo de cada ejemplar. En hembras se registró el número y diámetro de los ovocitos de mayor tamaño, considerados a partir del milímetro. En algunos casos se observó el aspecto general del ovario y su relación con el órgano epigonal. Se determinó el número, sexo y longitud total de los embriones de cada útero. Cuando el número de embriones en cada útero fue marcadamente desigual, se consideró que el que presentaba menos había sido evacuado. Cuando los animales están en preñez avanzada, esto ocurre por presión mecánica en la red o en las bodegas del buque. Pero, además, la salida puede deberse a que las hembras están a término, lo que se ha observado durante cruceros de investigación en los que parte del material no había sido maltratado.

En los machos se midió la longitud y el ancho de los testículos y se registró el peso. También se anotó el grado de calcificación del órgano copulador, considerándose el animal como sexualmente inmaduro en tanto el clasper no estuviera bien calcificado; la condición opuesta indica que el animal es adulto pero no es una indicación del grado de madurez estacional de la gónada. De esta manera, puede determinarse una cierta correlación entre el tamaño de los testículos y la funcionalidad del clasper y establecer así una talla mínima de madurez sexual.

Se analizó la composición del contenido estomacal y el grado de repleción del estómago en cuatro estados; 1/4; 1/2; 3/4 y 1, desde trazas de alimento a lleno. La determinación de los elementos que componían el alimento se determinó **in situ**, numerosos items pudieron determinarse con precisión. Se registró el peso del hígado.

En el caso de los ejemplares del Género **Squalus**, se guardó un trozo de piel extraído del dorso, debajo de la primera dorsal, ya que la forma de las escamas es un buen carácter taxanómico.

Es necesario señalar que en este muestreo las tallas no superan los 100 cm. Los tiburones mayores de esa talla son puestos a la venta como unidades y la única forma de muestrearlos es en el muelle antes de ser llevados a las plantas procesadoras o en las plantas mismas. Este procedimiento hubiera diversificado el trabajo y complicado su análisis. Por esa razón, del tiburón vitamínico se analizaron en este trabajo, sólo juveniles que formaron parte de las muestras mezclados con gatuzo.

En total se observaron 830 tiburones siguiendo la metodología descripta.

ANALISIS DE LAS ESPECIES

1. Familia TRIAKIDAE

Siguiendo el criterio de Compagno (1973b), la Familia Triakidae en la Argentina comprende dos géneros, **Galeorhinus** y **Mustelus**. En el área estudiada, el primero está representado por una sola especie y el segundo por tres que pueden diferenciarse con la isguiente clave:

1. Distancia prepectoral considerablemente mayor que el espacio interdorsal. Diámetro horizontal del ojo en hocico 3,5 veces en juveniles y de 4,6 a 4,8 veces en adultos. **M. fasciatus**

1a. Distancia prepectoral no mayor que el especio interdorsal. Diámetro horizontal del ojo menos de 3,5 veces en el hocico.

2. Distancia internasal aproximadamente igual o menor que el diámetro transversal de la narina. El ángulo inferior de la caudal no se expande en forma de lóbulo. **M. schmitti**

2a. Distancia internasal prácticamente el doble del diámetro transversal de la narina. El ángulo inferior de la caudal se expande en forma de lóbulo.

M. canis

A. **Mustelus schmitti**

1. **Aspectos sistemáticos**

M. **schmitti** fue descripto por Springer (1939) sobre la base de dos machos adultos de 600 mm de LT y dos machos inmaduros de 450 y 260 mm LT procedentes de Uruguay y Argentina. Bigelow y Schroeder (1948), estudiaron cuatro ejemplares de 542 a 742 mm, y dan las proporciones de dos, un macho de 571 mm de Río Grande do Sul (Brasil) y una hembra de 596 mm de Maldonado (Uruguay). Aparentemente es el mismo material que figura en Bigelow y Schroeder (1940).

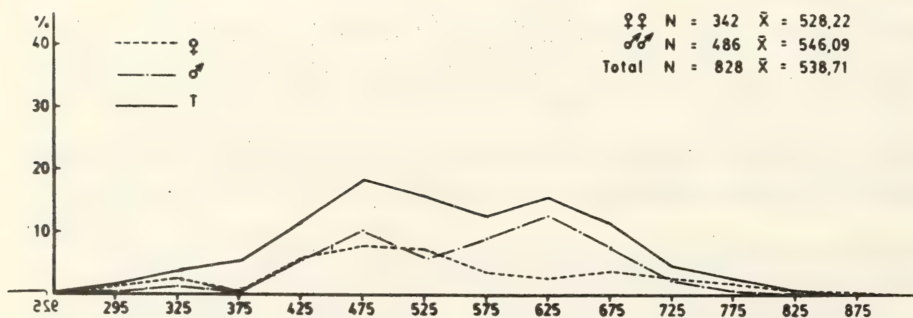
Springer y Lowe (1963), después de afirmar que el conocimiento de la distribución de los **Mustelus** del Atlántico occidental es muy esquemático, afirman que: "The status of M. **schmitti** is uncertain. It is a little known form described from a few specimens from the coast of southern Brazil and from the coasts of Uruguay and Argentina. It differs from M. **canis** only in minor details. Bigelow & Schroeder (1948) and Barcellos (1961) reported M. **canis** positively from Southern Brazil and for consideration of the distribution of the plain-colored forms here, it seems best to ignore M. **schmitti**".

A pesar de este comentario, M. **schmitti**, a la luz de gran cantidad de material examinado de prácticamente el área típica, puede considerarse una especie válida. De M. **canis** difiere en particular por el temaño de la distancia internasal, que en M. **schmitti** es aproximadamente igual o menor que el diámetro transversal de la narina, mientras que en M. **canis** esa distancia es prácticamente el doble que el diámetro transversal de la narina. Por otra parte, las hembras de M. **schmitti** maduran a una talla menor, el animal en general es más pequeño y hay algunas diferencias embriológicas.

La posible presencia en la Argentina de M. **mento** Cope, 1877 una especie del Pacífico, (que, según Springer, 1939 no es referible a este género), está basada en los registros de una forma común con manchas blancas (ver Bigelow y Schroeder, 1948), que era referida por algunos autores a M. **asterias** de Europa, y que es, con toda probabilidad, la posteriormente descripta M. **schmitti** (ver Menni, 1981).

Si bien es cierto que M. **schmitti** presenta pequeñas manchas blancas, los juveniles de M. **mento** presentan una coloración particular, con franjas oscuras en la superficie de la mitad dorsal del cuerpo. Esta coloración no ha sido observada en ninguna oportunidad en M. **schmitti** a pesar del elevado número de ejemplares examinados. Ilustraciones de juveniles y adultos de M. **mento** pueden verse en Chirichigno (1974).

La lista de las referencias de M. **schmitti** puede verse en Menni (1981).



Mustelus schmitti. Distribución porcentual de tallas para cada sexo y total, para todos los ejemplares muestreados.

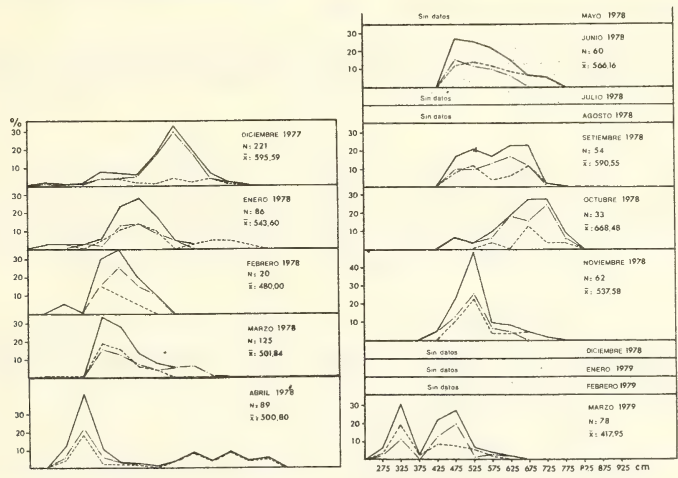
2. La talla y el peso

2.1. Relación talla - sexo

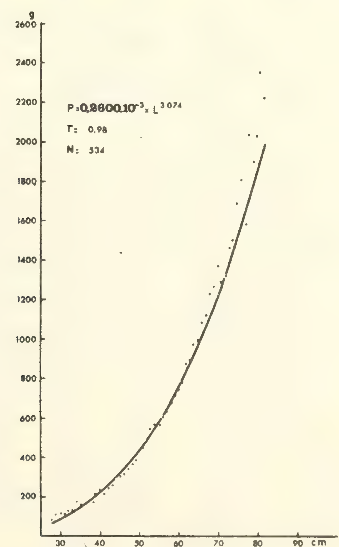
En la figura 1 se graficó la distribución de porcentajes de frecuencia de tallas, por sexos y total, para la totalidad de los ejemplares observados. Las hembras alcanzan tamaños algo mayores que los machos, característica frecuente en otras especies. En tiburones, Menni **et al.**, (1979) señalaron que la característica contraria se da, como excepción, en **Schroederichthys bivius** (un Scyliorhinidae de la Argentina) y lo mismo ocurre en un Torpediniforme, **Discopyge tschudii** (M. García, com. pers.).

2.2. Distribución mensual de tallas y sus valores estadísticos.

El rango de tallas observado estuvo comprendido entre 260 y 895 mm para las hembras y 285 - 790 para los machos. En muestras no comerciales, las tallas máximas observadas fueron de 1085 mm para las hembras y 870 para los machos. En la figura 2 se graficaron los procentajes de frecuencias mensuales, agrupados por sexos y total, y en la tabla 3 se encuentran los valores estadísticos correspondientes.



Mustelus schmitti. Distribución porcentual de tallas, para cada sexo y total, por mes.



Mustelus schmitti. Curvas de la relación largo-peso, para total de ejemplares muestreados.

Como se observa en la figura mencionada, en las muestras aparecen tallas pequeñas solamente de diciembre a marzo, lo que puede estar directamente relacionado con la época de nacimiento de las crías y la duración del período de preñez. El hecho de que esas tallas no puedan seguirse en su crecimiento a lo largo del año, puede deberse a que las clases correspondientes se desplacen fuera de las aguas costeras en las que se efectúa la pesca o a que el número de ejemplares muestreados no haya sido representativo.

Las tallas modales varían de un mes a otro sin una secuencia esperable y las varianzas son altas en general, lo que indica que para tener una visión más adecuada del conjunto es necesario incrementar el número de ejemplares muestreados. Por esta razón, no es posible analizar la proporción en que estuvieron representados los sexos mensualmente, aunque esto reviste la mayor importancia por las características reproductivas y la tendencia a segregarse que muestran los sexos de algunas especies de tiburones en determinadas épocas del año (Springer, 1967). Menni y Lopez (com. pers.) han observado indicios de segregación sexual en **M. schmitti**; Menni et al, (1979) ha estudiado con cierto detalle este fenómeno en **Schroederichthys bivius** y Menni (1981) lo ha analizado en **M. schmitti** y **Squalus acanthias**.

2.3. Relación talla - peso, por sexos y total.

Se obtuvieron las ecuaciones de la relación largo - peso, para ambos sexos y total, tomando en cuenta la totalidad de los ejemplares pesados. Los valores hallados son los siguientes:

Machos: $P = 0{,}4651 \times 10^{-3} \times L^{2{,}917}$ $r = 0{,}99$ $N = 275$

Hembras: $P = 0{,}1825 \times 10^{-3} \times L^{3{,}172}$ $r = 0{,}99$ $N = 259$

TOTAL: $P = 0{,}2600 \times 10^{-3} \times L^{3{,}074}$ $r = 0{,}99$ $N = 534$

Como se deduce del valor del exponente las hembras son más robustas que los machos. En la tabla 4 figuran los valores reales y calculados por sexos y total y la figura 3 representa la curva de la relación para el total de los ejemplares pesados.

TABLA 4 - RELACION TALLA PESO EN *Mustelus schmitti*, POR SEXOS Y TOTAL.-

	MACHOS			HEMBRAS			TOTAL		
CLASE	N	P. REAL	P. CALC.	N	P. REAL	P. CALC.	N	P. REAL	P. CALC.
28	- -	- -	77,55	4	80,00	71,26	4	80,00	73,14
29	1	115,00	85,92	1	100,00	79,65	2	107,50	81,47
30	1	110,00	94,85	1	115,00	88,70	2	112,50	90,42
31	1	130,00	104,37	2	100,00	98,42	3	110,00	100,01
32	3	123,33	114,50	5	126,00	108,85	8	125,00	110,27
33	3	128,33	125,25	5	143,00	120,02	8	137,50	121,21
34	2	217,50	136,65	3	150,00	131,95	5	177,00	132,86
35	1	170,00	148,71	3	161,67	144,66	4	163,75	145,24
36	- -	- -	161,45	- -	- -	158,18	- -	- -	158,38
37	- -	- -	174,88	- -	- -	172,55	- -	- -	172,30
38	1	185,00	189,03	1	180,00	187,79	2	182,50	187,02
39	- -	- -	203,91	2	215,00	203,92	2	215,00	202,57
40	1	240,00	219,55	- -	- -	220,97	1	240,00	218,97
41	1	200,00	235,95	1	230,00	238,98	2	215,00	236,23
42	2	192,50	253,13	4	251,25	257,97	6	248,33	254,40
43	12	260,42	271,12	10	264,50	277,97	22	262,27	273,49
44	11	285,91	289,93	10	299,50	299,00	21	292,38	293,52
45	10	313,50	309,57	12	304,58	321,10	22	308,63	314,51
46	14	313,21	330,08	13	310,77	344,21	27	312,04	336,50
47	23	336,09	351,45	8	355,63	368,60	31	341,13	359,50
48	11	369,82	373,71	14	354,64	394,07	25	361,32	383,54
49	13	376,15	396,88	5	395,00	420,71	18	381,39	408,64
50	10	456,70	420,98	13	432,31	448,56	23	442,91	434,82
51	12	437,92	446,02	12	457,08	477,65	24	447,50	462,12
52	10	491,00	472,01	9	488,33	508,00	19	489,74	490,55
53	9	495,56	498,98	9	592,22	539,65	18	543,89	520,13
54	10	506,20	526,96	11	532,73	572,62	21	520,10	550,90
55	13	511,77	555,93	12	595,83	606,95	25	552,12	582,87
56	9	611,11	585,94	6	592,50	642,66	15	603,67	616,07
57	4	675,00	616,99	7	670,29	679,78	11	635,64	650,52
58	7	659,29	649,10	3	703,33	718,35	10	672,50	686,25
59	7	715,00	682,30	7	711,43	758,39	14	713,21	723,28
60	8	683,75	716,59	3	711,67	799,92	11	691,36	761,63
61	5	738,00	751,99	- -	- -	842,99	5	738,00	801,34
62	8	820,00	788,53	2	1080,00	887,63	10	872,00	842,42
63	7	875,71	826,20	3	950,00	933,85	10	898,00	884,89
64	8	927,50	865,05	3	1088,33	981,58	11	971,36	928,79
65	6	904,17	905,08	3	1166,67	1031,20	9	991,67	974,13
66	4	995,00	946,31	2	1265,00	1082,39	6	1085,00	1020,95
67	5	998,00	988,75	6	1216,67	1135,28	11	1117,27	1069,26
68	4	1135,00	1032,42	6	1303,33	1189,92	10	1236,00	1119,08
69	3	1206,67	1077,34	2	1365,00	1246,33	5	1270,00	1170,45
70	3	1143,33	1123,53	6	1488,33	1304,55	9	1373,33	1223,39
71	6	1230,83	1170,99	4	1395,00	1364,60	10	1296,50	1277,92
72	1	1250,00	1219,77	1	1415,00	1426,52	2	1332,50	1334,07
73	- -	- -	1269,86	3	1466,67	1490,34	3	1466,67	1391,86
74	2	1410,00	1321,28	2	1592,50	1556,09	4	1501,25	1451,32
75	1	1480,00	1374,04	1	1910,00	1623,79	2	1695,00	1512,46
76	- -	- -	1428,17	3	1806,67	1693,48	3	1806,67	1575,31
77	2	1930,00	1483,70	5	1647,00	1765,20	7	1585,00	1639,92
78			1540,61	2	2040,00	1838,96	2	2040,00	1706,28
79			1598,95	1	1900,00	1914,82	1	1900,00	1774,43
80			1658,72	3	2043,33	1992,79	3	2043,33	1844,40
81			1719,94	1	2350,00	2072,90	1	2350,00	1916,20
82			1782,62	2	2222,50	2155,19	2	2222,50	1989,87
83			1846,79	- -	- -	2239,68	- -	- -	2065,42
84			1912,46	- -	- -	2326,42	- -	- -	2142,88
85			1979,65	- -	- -	2415,44	- -	- -	2222,29
86			2048,36	- -	- -	2506,75	- -	- -	2303,64
87			2118,62	- -	- -	2600,41	- -	- -	2386,99
88			2190,45	- -	- -	2696,43	- -	- -	2472,35
89			2263,87	2	3375,00	2794,88	2	3375,00	2559,75
TOTAL	275			259			534	- -	- -

3. El ciclo reproductivo

Bigelow y Schroeder (1948) y también Teshima y Koga (1973) indican que nada se sabe acerca de los estados de desarrollo de **Mustelus schmitti**.

3.1. La reproducción de las hembras

3.1.1. Estados de Madurez.

En la tabla 5 se resumen las etapas de madurez que pueden determinarse en las hembras de **M. schmitti** y los caracteres que las fundamentan. De estos datos puede concluirse lo siguiente:

a) Hay ejemplares inmaduros, con tallas entre 260 y 630 mm durante todo el período de muestreo. Consideramos a esta categoría como Inmadurez I y corresponde a aquellos ejemplares en los que no se observan ovocitos macroscópicamente.

b) Un segundo estado de inmadurez (Inmadurez II) agrupa a ejemplares en los que se observan ovocitos diferenciados (i.e. mayores de 1 mm). Este estado también se observó a lo largo del año. De las fechas en que no se encontró, las del 28-02-78 y 01-03-78, pueden atribuirse el escaso número de ejemplares considerados. El procentaje de ejemplares en este estado es en general menor que el de totalmente inmaduros. El rango de tallas está comprendido entre 492 y 742 mm.

El número de ovocitos visibles en cada ejemplar de esta categoría osciló de 2 a 7 con un diámetro de 4 a 23.5 mm. La hembra más pequeña, en la cual se hallaron estas características (492 mm LT) presentaba numerosos ovocitos de 1 a 2 mm.

c) Pueden considerarse en una primera etapa de madurez (Madurez I) los ejemplares que presentan huevos en útero. De acuerdo con el criterio de Ketchen (1972) cualquier hembra con huevos uterinos o con embriones es considerada madura (para **Squalus acanthias** este autor considera también en esa categoría a aquellas hembras en que los úteros están vacíos pero que presentan ovocitos mayores de 2,5 cm de diámetro). Las tallas de las hembras de esta categoría van de 590 a 820 mm. El número de huevos observado fue de 1/1 a 4/6, siendo más frecuentes las combinaciones 3/3 y 4/4*. El número de ovocitos distinguibles en ovario de 1 a 5 y el diámetro de 2 a 20 mm**.

* La forma de escritura adoptada para indicar huevos y embriones en los úteros representa la cantidad que hay en el derecho e izquierdo respectivamente. La suma constituye una camada.

** Según Teshima et al. (1971) los ovocitos que quedan en el ovario después de la ovulación son rápidamente reabsorbidos.

Los ejemplares en este estado se hallaron únicamente en los meses de diciembre y enero.

d) La etapa final de madurez (Madurez II) corresponde a hembras con embriones. La talla mínima observada en la mismas fue de 598 mm y la máxima de 895 mm. El número de embriones fue de –/1 (1/1) a 6/7. El de ovocitos visibles en ovario de 1 a 11 con un diámetro de 1 a 20 mm. En un ejemplar se observaron numerosos ovocitos de 1 a 6 mm.

Hembras con embriones aparecen regularmente de abril a noviembre. El 07-12-78 se observó, sobre una muestra de 11 ejemplares, una hembra de 635 mm LT con –/2 embriones grandes y dos ejemplares con úteros vacíos, probablemente evacuados. El 28-03-78 se observó una hembra con 3/4 embriones pequeños en una muestra de 23 individuos.

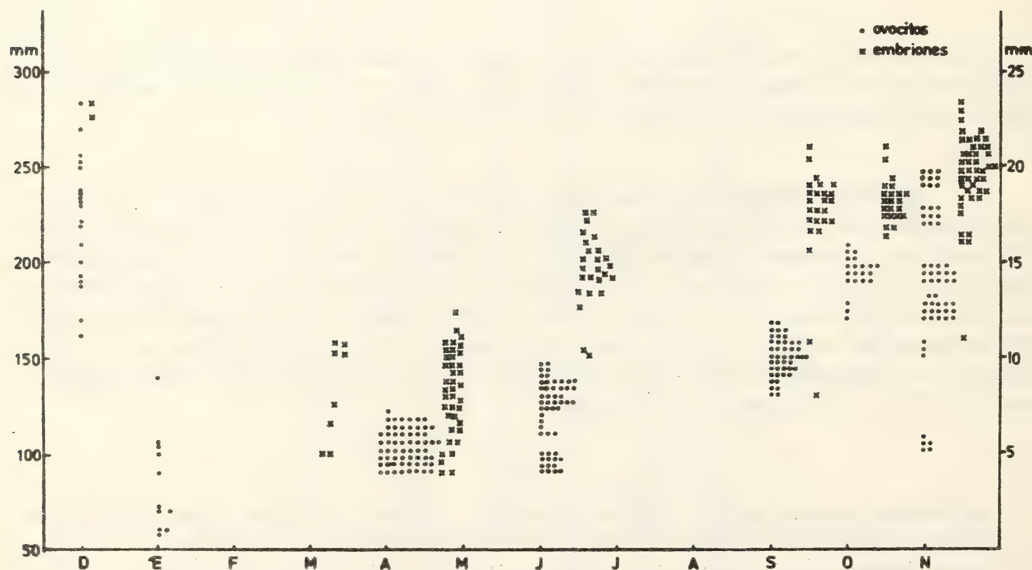
Hay evidente aumento de tamaño de los ovocitos con el avance de la preñez (Tabla 5, Fig. 4).

TABLA 5 - *Mustelus schmitti*. TALLAS DE LAS HEMBRAS EN LOS DIFERENTES ESTADIOS DE MADUREZ SEXUAL, NUMERO Y MEDIDAS DE OVOCITOS, HUEVOS Y EMBRIONES CON NUMERO DE OBSERVACIONES EN CADA MUESTRA. (MEDIDAS EN mm).

ESTADIO		INMADUREZ		INMADUREZ II				MADUREZ I					MADUREZ II					
FECHA DE MUESTREO	N	N	TALLA MIN.-MAX.	N	TALLA MIN.-MAX.	OVOCITOS n	OVOCITOS DIAM.	N	TALLA MIN.-MAX.	OVOCITOS n	OVOCITOS DIAM.	HUEVOS EN UTEROS	N	TALLA MIN.-MAX.	OVOCITOS n	OVOCITOS DIAM.	EMBRIONES n	EMBRIONES TALLA MIN.-MAX.
06-12-77	23	20	260 - 567	3	610 - 660	2-3	11-23*	-	- - - -	-	- -	- -	-	- - - -	-	- -	-	- - - -
07-12-77	9	3	440 - 478	3	620 - 742	2-3	16-22	4	640 - 740	1	15-20	1/1-2/2	1	635	3	18-20	-/2	267 - 271
24-01-78	19	18	280 - 572	-	- - - -	- -	- -	1	590	1	9	-/2	-	- - - -	-	- -	-	- - - -
25-01-78	30	10	483 - 592	8	492 - 560	+	1-2	12	664 - 820	3-5	2-5	2/2-4/6	-	- - - -	-	- -	-	- - - -
28-02-78	6	6	436 - 545	-	- - - -	- -	- -	-	- - - -	-	- -	- -	-	- - - -	-	- -	-	- - - -
01-03-78	1	1	460	-	- - - -	- -	- -	-	- - - -	-	- -	- -	-	- - - -	-	- -	-	- - - -
28-03-78	23	22	390 - 600*	-	- - - -	- -	- -	-	- - - -	-	- -	- -	1	800	+	1-6	3/4	114 - 125
27-04-78	52	24	348 - 530	-	- - - -	- -	- -	-	- - - -	-	- -	- -	28	627 - 895	2-10	4-6	-/1-6/7	90 - 174
28-06-78	34	18	463 - 630	5	537 - 598	2-7	4-8	-	- - - -	-	- -	- -	11	625 - 732	3-9	6-9	1/1-3/3	150 - 228
05-09-78	22	10	488 - 552	4	585 - 674	3-5	8-11	-	- - - -	-	- -	- -	8	598 - 758	3-8	9-11	1/1-1/3	120 - 262
09-10-78	7	1	595	-	- - - -	- -	- -	-	- - - -	-	- -	- -	6	666 - 760	3-6	12-15	2/1-2/3	217 - 250
01-11-78	11	-	- - - -	2	602 - 638	3-5	5-10	-	- - - -	-	- -	- -	9	648 - 783	3-8	12-17	1/1-3/2	210 - 278
22-11-78	27	22	470 - 575	2	655 - 680	6	7-12	-	- - - -	-	- -	- -	3	675 - 715	4-11	7-19	-/1-2/1	150 - 285
23-11-78	1	-	- - - -	1	645	6	6-10	-	- - - -	-	- -	- -	-	- - - -	-	- -	-	
TOTALES:	265	155	260 - 630	26	492 - 742	2-7	1-23	17	590 - 820	1-5	2-20	1-6	67	598 - 895	1-11	1-20	-/1-6/7	90 - 285

* Ovocitos insinuados en algunos ejemplos.

+ Ovocitos numerosos .



Mustelus schmitti. Tamaño mensual de los embriones, con indicación de rangos, por sexo.

3.1.2. Características de los embriones

En sesenta y cuatro hembras, con tallas entre 598 y 895 mm LT, se hallaron embriones en número de 1 a 7 por útero. La talla observada oscila entre 90 y 285 mm para las hembras y entre 90 y 278 para los machos.

De acuerdo con los datos indicados en la tabla 6, se examinaron en total 272 embriones, el número de embriones por camada fue de 1 a 13. el promedio de 4,25 y la moda 4. Camadas con un número elevado de embriones (8 a 13), sólo se observaron en un caso para cada cifra, el 64,06% de las hembras presentaba de 2 a 4 embriones.

En la tabla 6 se indica el número y frecuencia de embriones por útero y en la 7 el número y frecuencia de embriones por sexo, por camada. Como puede verse en la tabla 6, el número de camadas con igual número de embriones por útero, 25 (39,06%) es menor que el de aquellos con número diferente.

De 272 embriones en 64 camadas, el número de machos fue 152 y el de hembras 120. La razón de mahcos a hembras es entonces de 1,26:1. Notablemente esta proporción es la misma que Menni (1981) halló para **Squalus acanthias** de Argentina y algo más alta que la que Taniuchi (1971) encontró en **Carcharhinus milberti** del Mar de la China.

La proporción de sexos es diferente en cada camada. Sobre 64 camadas, 17 (26,56%) presentan el mismo número de machos que de hembras, cifra más elevada que la que se halló en **S. acanthias**. Muy raramente se hallaron embriones de un sólo sexo, y como lo señala Menni (1981), probablemente se trata de remanentes de evacuaciones accidentales.

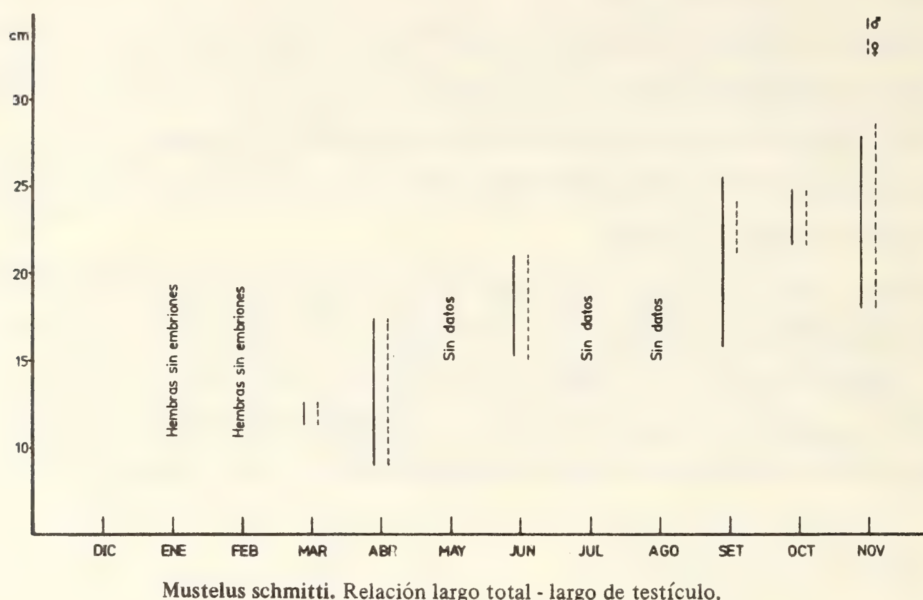
TABLA 6 - Mustelus schmitti, NUMERO Y FRECUENCIA DE EMBRIONES POR UTERO

N° EMBRIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	TOTALES
UTERO DERECHO	0	0 1	2 0 1 3	2 3 0 1	2 3	2 3 1	3	4 5 3	4	4	6	122
UTERO IZQUIERDO	1	2 1	1 3 2 0	2 1 4 3	3 2	4 3 5	4	4 3 5	5	6	7	150
N° DE CAMADAS	2	3 9	5 1 5 1	13 2 1 1	5 2	2 2 1	3	1 1 1	1	1	1	64
TOTAL EMBRIONES	2	24	36	68	35	*30	21	24	9	10	13	272
%	0,73	8,82	13,23	25,00	12,87	11,03	7,92 ?	8,82	3,31	3,68	4,79	100,00

TABLA 7 - Mustelus schmitti, NUMERO Y FRECUENCIA DE EMBRIONES, POR CAMADA, POR SEXO

N° EMBRIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	TOTALES
MACHOS	1	1 0 2	2 1 3	1 2 3	2 4 3 5	2 4 6	3 5	4 3 5	5	6	8	152
HEMBRAS	0	1 2 0	1* 2 0	3 2 1	3 1 2 0	4 2 0	4 2	4 5 3	4	4	5	120
N° DE CAMADAS	2	7 2 3	5 6 1	4 9 4	3 2 1 1	1 3 1	2 1	1 1 1	1	1	1	64
TOTAL EMBRIONES	2	24	36	68	35	30	21	24	9	10	13	272

Las figuras 4 y 5 permiten seguir el crecimiento de los embriones desde marzo a noviembre. Aparentemente, en general los machos son ligeramente mayores que las hembras, aunque esto se invierte en noviembre.



Mustelus schmitti. Relación largo total - largo de testículo.

Aunque el tamaño de la madre y el de los embriones presentan una correlación muy baja (r = 0,50) la siguiente ecuación da el tamaño de los embriones para un tamaño dado de la madre.

$$y = -0{,}35 \times X \; 440{,}4$$

La pendiente de la recta indicaría que hay una ligera disminución del tamaño de los embriones para mayores tallas de la madre, lo que probablemente esté relacionado con el hecho de que el número de embriones es mayor para tallas maternas más altas.

3.1.3. Análisis del ciclo sexual

En la tabla 5 pueden seguirse los cambios del estado sexual de las hembras de cada muestra a lo largo de un año (06-11-77 al 23-11-78). Se hallaron hembras con huevos en útero en diciembre y en enero. Las tallas mínimas en esa condición fueron de 590 mm a 664 mm. De diciembre a marzo sólo en la muestra de 07-12-77 se hallaron hembras con embriones próximos al tamaño de ser liberados. Desde marzo a noviembre setenta y ocho hembras de ocho muestras, con tallas mínimas entre 558 y 800 mm presentaron embriones bien desarrollados y no huevos en útero.

3.1.4. Discusión

Springer y Lowe (1963) han hecho algunas observaciones sobre la historia natural de **Mustelus higmani**, una especie depequeño tamaño que se encuentra en la costa oriental de Sudamérica desde Venezuela a Brasil. Señalan que el embrión de mayor tamaño medía 240 mm y el ejemplar libre más pequeño 213 mm. Los machos están maduros alrededor de los 425 mm y las hembras a los 475 mm. Las tallas máximas fueron de 585 y 635 mm respectivamente. Hubo hembras embrionadas de junio a setiembre. Las hembras llevaban de 1 a 7 embriones, siendo el número más común 3, 4 ó 5. Observaron segregación sexual en los adultos.

Las estadísticas vitales de M. **schmitti** se asemejan más a las de esta especie que a las de M. **canis**, que es de mayor tamaño. Para esta última, Bigelow y Schroeder (1948) dan un número de embriones por camada de 10 a 20, con un promedio de 16 en muestras de Woods Hole.

En un ensayo sobre reproducción y desarrollo de condrictios, Wourms (1977) considera tres tipos básicos de ciclos sexuales:

1) Reproducción a través de todo el año;

2) Un ciclo anual parcialmente definido con uno o dos picos y

3) Un ciclo anual o bianual bien definido

En esta última categoría, con un ciclo anual, cabría incluir a M. **schmitti**.

El útero de M. **schmitti** es camerado, encontrándose un embrión por cámara. Los embriones no presentan ninguna relación placentaria con la madre. En general, en las cámaras se encuentra una cierta cantidad de líquido. Es probable que este líquido cumpla una función de nutrición porque se ha observado que el saco vitelino se reabsorbe en las etapas iniciales de la gestación. De acuerdo a estas características, esta especie puede ubicarse en la "clasificación reproductiva" de Teshima et al., (1971) como vivípara (ovovivípara) no placentaria, con formación de compartimentos intrauterinos.

3.2. El ciclo reproductivo en machos

Se examinaron 319 machos, considerándose varias categorías de madurez según las características del órgano copulador y de los testículos.

3.2.1. Estados de madurez

En la Tabla 8 se han indicado para cada fecha los tres grupos de madurez que es posible considerar en los machos mediante el análisis de las medidas de las gonadas, sin examen microscópico. Estos grupos son los siguientes:

a) Machos totalmente inmaduros (Inmadurez I) en los cuales los testículos no son medibles por ser filiformes y los claspers no están calcificados.

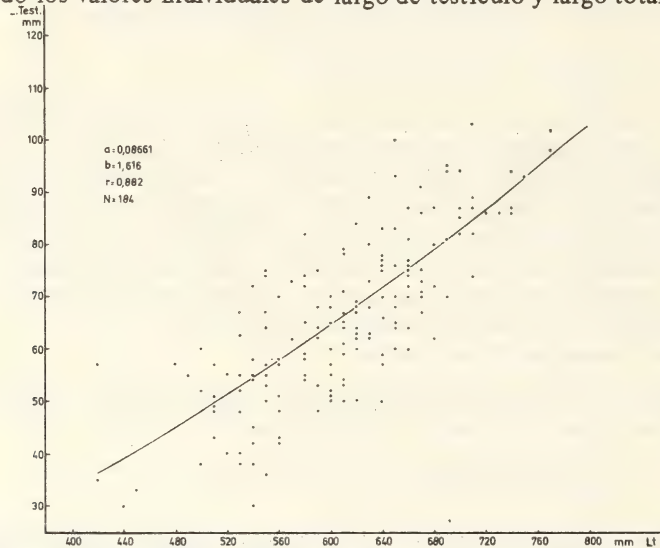
b) Machos inmaduros (Inmadurez II) con testículos medibles pero clasper no calcificado.

c) Machos maduros (Madurez I) con clasper calcificado y testículos en general de mavor tamaño que en los grupos anteriores.

TABLA 8 - *Mustelus schmitti*. TALLAS DE LOS MACHOS EN LOS ESTADIOS DE MADUREZ RECONOCIDOS POR EL TAMAÑO DE LAS GONADAS, LAS MEDIDAS DE ESTAS EN CADA ESTADIO Y NUMERO DE OBSERVACIONES POR MUESTRA. (MEDIDAS EN mm).

ESTADIO		INMADUREZ I			INMADUREZ II				MADUREZ I			
FECHA DE MUESTREO	N Total	N	%	TALLAS MIN.-MAX.	N	%	TALLAS MIN.-MAX.	TESTICULOS LARGO - ANCHO (rangos)	N	%	TALLAS MIN.-MAX.	TESTICULOS LARGO - ANCHO (rangos)
06 Dic. 1977	16	10	62,5	285-510	5	31,2	455-583	33x3 - 55x6,5	1	6,25	610	64 x 7
07 " 1977	39	3	7,7	423-560	11	28,2	520-645	53x8 - 67x7	25	64,1	600-780	50x7.- 99x14
24 Enero 1978	8	2	25,0	460-505	6	75,0	480-612	45x3 - 61x12	-	- -	- -	- - -
25 " 1978	24	14	58,3	387-565	7	29,1	512-654	42x7 - 60x11	3	12,5	585-654	58x11 - 78x11
28 Feb. 1978	14	9	64,3	340-490	2	14,3	510-535	38x9 - 57x8	3	21,4	550-593	64x13 - 74x9,5
01 Marzo 1978	8	5	62,5	460-515	2	25,0	500-550	57x6 - 60x7	1	12,5	675	86x14
28 " 1978	32	9	28,1	430-520	6	18,7	533-690	48x6 - 95x15	17	53,1	530-710	64x8 - 130x13
27 Abril 1978	37	35	94,6	332-547	- -	- - -	- -	- - -	2	5,4	547-584	47x8 - 70x12
28 Jun. 1978	26	11	42,3	463-545	2	7,7	506-558	38x4 - 53x3	13	50,0	517-650	49x5 - 100x10
05 Set. 1978	29	5	17,2	472-530	5	17,2	500-608	43x5 - 55x9	19	65,5	559-705	68x9 - 84x9
09 Oct. 1978	26	2	7,7	478-480	1	3,8	538	55 x 3	23	88,4	581-778	60x5 - 112x20
01 Nov. 1978	17	2	11,7	503-505	9	52,9	552-618	36x5 - 62x10	6	35,3	680-735	62x7 - 94x8
22 " 1978	23	17	73,9	475-585	5	21,7	525-592	25x1,5 - 50x4	1	4,3	620	50x9
23 " 1978	11	8	72,7	420-515	1	9,1	530	40x4	2	18,2	625-645	70x7
TOTALES	319	132		285-585	62		455-690	25x1,5-95x15	116		517-780	47x8 - 130x13

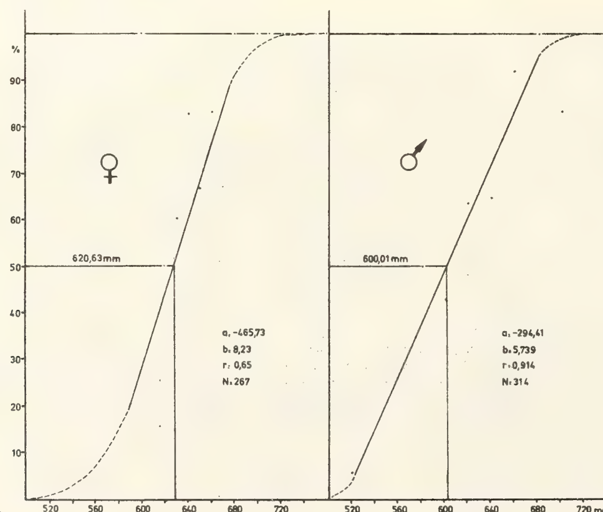
En el último renglón de la misma tabla se pueden apreciar los rangos de talla de cada categoría y el tamaño del testículo correspondiente a las dos últimas, poniéndose en evidencia el aumento con la maduración, tanto en la talla de los machos como en el tamaño de los testículos, con cierto rango de superposición. Esto quiere decir que los ejemplares entre 517 y 623 mm LT pueden estar maduros o no, y en el sentido usado en este trabajo, estarán maduros cuando el clasper esté lo suficientemente calcificado como para presumir que es funcional. La talla mínima en la cual se observó esta condición fue de 530 mm LT. En la figura 6, se han graficado los valores individuales de largo de testículo y largo total y se trazó la línea de regresión.



Mustelus schmitti. Curva de primera madurez para ambos sexos.

3.3. Largo de primera madurez en ambos sexos

Para determinar la talla de primera madurez, se agruparon las tallas de las hembras en estado de inmadurez I y II por un lado y las de madurez I y II por otro. En el caso de los machos, se compararon las tallas de los ejemplares en estado de inmadurez I y II con el de madurez I. (Fig. 7). La pendiente de la curva sigmoidea obtenida se ajustó mediante una regresión lineal, cuyos valores son:



Mustelus schmitti. Porcentajes de frecuencia de los distintos grupos taxonómicos hallados en contenido estomacal.

HEMBRAS	MACHOS
a = – 465.73	a = – 294,41
b = 8,23	b = 5,74
r = 0,65	r = 0,914
N = 267	N = 3,14

Las tallas calculadas en las cuales el 50% de los animales están maduros son de 620,63 cm para las hembras y 600,01 cm para los machos.

4. Alimentación

El contenido estomacal se analizó en 264 machos y 206 hembras. Sobre este aspecto de la biología de **M. schmitti** hay datos previos publicados por Olivier et al. (1968). Estos autores examinaron 129 ejemplaresde la zona costera de Mar del Plata, entre Torreón del Monje y Punta Cantera. Mencionan que el régimen de esta especie (y también el de **Squalus fernandinus**, pero la identidad de los ejemplares atribuídos a esta especie es dudosa, ver más abajo) es "fundamentalmente demersal y bentónico" y detallan: "Es un pez demersal que tiene un amplio espectro trófico que pasa por el carcinófago bentónico - vagante - sedentario, anlidófago bentónico sedentario - cavador y el ictiófago demersal - pelágico. La dieta alimentaria está integrada por un 62,09% de crustáceos entre los que se destacan: **Artemesia longinaris** (21,21%), **Corystoides chilensis** (10,60%), **Peixos petrunkevitchi** (4,54%), **Pleoticus muelleri** (4,54%), **Libinia spinosa** (3,03%) **Pagurus sp.** (3,03%) y **Leucipa pentagona** (1,51%). Del resto los más importantes son los poliquetos (33,33%) mientras que los peces (**Anchoa marinii, Cynoscion striatus**, etc.) representan poco más de un 4%. Es un típico carnívoro secundario (N_4) aunque se alimenta también de consumidores primarios en pequeña proporción".

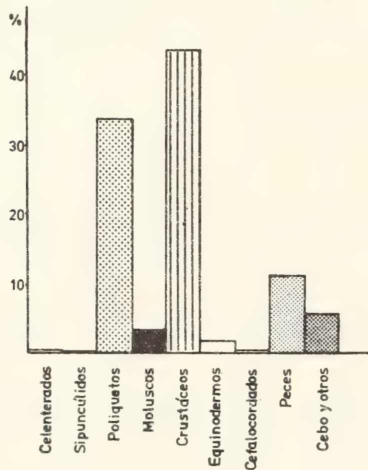
En términos generales, nuestros resultados coinciden con estos datos. La suma de porcentajes de crustáceos es semejante y, también es del mismo orden el porcentaje de poliquetos. (Tabla 9 y 10 y Fig. 8).

TABLA 9 - Mustelus schmitti - REPRESENTACION PORCENTUAL DE LOS ORGANISMOS COMPONENTES DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS HEMBRAS POR MUESTRA

A Ñ O	1977		1978												
Día y Mes	06-12	07-12	24-01	25-01	28-02	01-03	28-03	27-04	27-04	28-06	05-09	09-10	01-11	22-11	23-11
N° de ej. analizados	23	11	18	30	6	1	16	27	25	34	21	7	11	18	1
Restos de peces	13,79	14,28	2,63		12,50		2,77				4,34	5,55	19,04	4,54	
Raja sp.								2,5							
Engraulidae		7,14													
Anchoa marinii	20,68	x										16,66			
Engraulis anchoita										1,40	2,17		19,04		
Raneya fluminensis								2,5							
Atheriniade		7,14													
Austroatherina incisa									2,32						
Prionotus sp.							2,77							4,54	
Trachurus sp.		x													
Cynoscion striatus										1,40					
Bothidae sp.											2,17				
Symphurus sp.														13,63	
TOTAL PECES	34,47	28,56	2,63		12,50		5,54	5,00	2,32	2,80	8,67	22,21	38,08	22,71	
Restos crustáceos			44,73	50,00	25,00	100,00	25,00	67,5	11,62	1,40	4,34			31,81	100,0
Anfípodos										4,22					
Sergestidae	x	x					11,11		4,65	1,40					
Paguridae							5,54								
Isópodos			2,63												
Serolidae										4,22					
Libinia spinosa	x														
Cyrtograpsus angulatus	x														
Leucypa pentagona							8,33								
Leurocyclus tuberculosus					x		5,54								
Pleoticus muelleri		x							2,32	2,80	6,57				
Artemesia longinaris		x					11,11		2,32						
Squilla mantis									2,32						
Crustacea reptantia	----------	----------	no discriminados	----------	----------	----------	----------	----------	25,58	39,43	30,43	38,88	28,57		
TOTAL CRUSTACEOS	44,82	35,71	47,40	50,00	25,00	100,00	66,63	67,5	48,81	53,47	41,29	38,88	28,57	31,81	100,00
Moluscos	3,44														
Loligo brasiliensis	x			3,33							4,34				
Octopus sp							2,77	7,5		7,04		11,11			
Pelecípodos					12,50										
TOTAL MOLUSCOS	3,44			3,33	12,50		2,77	7,5		7,04	4,34	11,11			
TOTAL POLIQUETOS	13,79	14,28	47,36	40,00	37,50		16,66	15,00	39,53	33,80	43,47	27,77	14,28	31.81	
Actinias													4,76	4,54	
Holoturias			2,63	5,00			5,54	2,5		1,40	2,17		14,28	4,54	
Huevos (puestas)				1,66			2,77	2,5						4,54	
Cebo		21,42							9,30	1,40					
Indeterminado	3,44-				12,50										
Ej. con estómago vacío	26,08	18,18											10,00		

TABLA 10 - *Mustelus schmitti* - REPRESENTACION PORCENTUAL DE LOS ORGANISMOS COMPONENTES DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LOS MACHOS POR MUESTRA

AÑO	1977		1978										
Día y Mes	06-12	07-12	24-01	25-01	28-02	01-03	28-03	27-04	28-06	05-09	09-10	01-11	23-11
N° de ej. analizados	14	41	13	24	14	7	28	37	26	32	26	19	11
Branchiostoma platae			3,70									3,33	
Restos de peces	16,66	29,68		3,70	14,28	18,18	12,00		7,40	2,98	3,44	3,33	7,69
Engraulidae							4,00						
Anchoa marinii	8,33				x		x						
Engraulis anchoita		1,56				x				4,47		10,00	
Austroatherina incisa								3,63					
Prionotus sp.												3,33	
Trachurus sp.					x								
Cynoscion striatus		x		x	x				3,70				
Mullus argentinae			3,70										
Percophis brasiliensis												3,33	
Symphurus spp.										2,98			
TOTAL PECES	24,99	31,24	7,40	3,70	14,28	18,18	16,00	3,63	11,10	10,43	3,44	23,32	7,69
Restos crustáceos	45,83	28,12	44,44	42,59	47,61	54,54	20,00	14,54		2,98		6,66	69,23
Anfípodos		x							3,70		3,44		
Sergestidae	x												
Paguridae							4,00						
Isopodos								1,81	1,85		1,72	3,33	
Serolidae				5,55					3,70				
Leucypa pentagona					19,04	x	10,00						
Leurocyclus tuberculosus						x	10,00						
Eurypodius latrellei							x						
Pleoticus muelleri								3,63	5,55	5,97	1,72		
Artemesia longinaris		x						9,09					
Squilla mantis								1,81					
Cangrejos	---------------	no discriminados	-------	-------	-------	-------	-------	20,00	37,03	31,34	25,86	30,00	
TOTAL CRUSTACEOS	45,83	28,12	44,44	48,14	66,65	54,54	44,00	50,88	51,83	40,29	32,74	39,99	69,23
Moluscos	4,16		3,70	1,85			2,00						
Loligo brasiliensis							4,00			4,47	1,72		
Octopus sp.				1,85					7,40	1,49			
TOTAL MOLUSCOS	4,16		3,70	3,70			6,00		7,40	5,96	1,72		
TOTAL POLIQUETOS	25,00	7,81	40,74	40,74	9,52	27,27	30,00	41,81	29,62	41,79	29,31	30,00	23,07
Actinias							2,00			1,49			
Holoturias							2,00				8,62		
Sipunculidos		1,56											
Huevos (puestas)				3,70	4,76							3,33	
Cebo		28,12			4,76			1,81			24,13		
Indeterminado		3,11	3,70					1,81				3,33	
Ej. con estómago vacío	12,50	4,65				12,50		5,40	7,69				



Dentículos dérmicos de especies de **Squalus**, material de Argentina, A, **Squalus acanthias**; B, **S. blainvillei**, C, **S. cubensis.**

El número de especies de peces sobre las que preda **M. schmitti** es mayor según nuestros datos; esto puede deberse al carácter muy costero de los muestreos de Olivier et al. (op. cit.). El carácter omnívoro se acentúa cuando se considera el porcentaje relativamente alto de invertebrados diversos (excluyendo poliquetos, crustáceos y moluscos) y puestas de huevos consideradas en conjunto.

El ítem más reducido de todas las muestras es el de los moluscos. Esto significaría que la dentición en pavimento no presenta una correlación muy estricta con el régimen malacófago como se considera tradicionalmente.

Hay un incremento perceptible del consumo de anchoíta (**Engraulis anchoita**) de octubre a diciembre, fechas en que esta especie se acerca a su habitat costero de reproducción (ver Brandhorst y Castello, 1971, Figs. 26, 27 y 31).

Incidentalmente, el porcentaje de peces que consume **M. schimitti**, tomando en cuenta anchoíta, es demasiado bajo como para considerar que tenga algún efecto perjudicial sobre alguna especie de importancia económica*.

El rango de tamaño de los peces presa (todas las especies) de **M. schmitti**, fue de 65 a 184 mm, con una media de 97,29 mm.

El porcentaje de crustáceos es notablemente constante a lo largo del año; en los pocos ejemplares en que ha habido un solo ítem alimentario, consistió precisamente en este grupo. En las ocasiones en que los decápodos reptantia pudieron considerarse separadamente de los demás crustáceos, se observó que fueron abundantes, lo que acentúa la relación de la especie con el dominio bentónico (Tablas 9 y 10).

Es evidente que los machos y las hembras no muestran prácticamente diferencias en la selección del alimento, por lo menos considerando grupos globales de ítems (Tablas 9 y 10).

El bajo porcentaje de ejemplares con el estómago vacío, así como el hecho de que el grado de repleción fue en general de 1/2 y mayor, se deben presumiblemente a que la disponibilidad de alimento en el dominio bentónico es relativamente constante y no requiere una actividad alimentaria oportunística.

Un neto predominio de los Crustáceos (77,2%) se ha observado en **M. mustelus** del Adriático (Lazaretto, 1964) incluyendo **Squilla mantis**. La diferencia más notable radica en el porcentaje de poliquetos, que es del 3% en la especie del Adriático. En **M. schimitti**, los poliquetos constituyen el segundo ítem en abundancia (Fig. 8). Sólo en dos oportunidades su número disminuyó notablemente. Los moluscos aparecen en una proporción algo mayor (8,80%) en **M. mustelus**.

Azonz y Capapé (1971) señalaron para una especie indeterminada de **Mustelus** de Túnez un régimen con preferencia de crustáceos, seguidos por teleosteos y cefalópodos.

En relación a las especies del Atlántico occidental, pueden tomarse como referencia los datos de Bigelow y Schroeder (1948), quienes señalan que **M. canis** se alimenta principalmente de crustáceos, pequeños peces de al menos seis géneros y cantidades menores de poliquetos. De los hábitos de **M. norrisi**, **M. fasciatus** y **M. schmitti** nada se conocía en esa fecha y de los dos primeros aún en la actualidad.

Springer y Lowe (1963) hallaron en 74 ejemplares de **M. higmani** 30 estómagos con estomatópodos, 17 con braquiuros, 11 con pagúridos, 7 con decápodos **natantia**, 5 con peces, 2 con calamar y uno con restos de celenterados.

El análisis de la alimentación de **M. schmitti** en el área de pesca de Mar del Plata indica que es un organismo ligado al fondo. Se trata de un carnívoro secundario que preda preferentemente sobre crustáceos **reptantia**. El segundo grupo en importancia en su dieta, los poliquetos, también lo señala como ligado al sustrato. Una serie de peces de pequeño tamaño siguen en importancia. El ítem siguiente es una miscelánea de organismos típicamente bentó-

* En Argentina no se ha observado aun una acción perjudicial de tiburones sobre la pesca comercial (salvo en atunes; ver cordini, 1958) del nivel que cita Jensen (1965), para la costa atlántica norteamericana. Este autor ha señalado (respecto a **squalus acanthias**) que "the appearance of dogfish usually indicates an end of commercial fishing for food fishes". **S. acanthias**, en la Argentina, preda sobre la merluza (**Merluccius hubbsi**) pero no de manera preferencial (Menni, 1981).

nicos como holoturias, actinias, **Branchiostoma platae**, etc. Los últimos lugares están ocupados por los cefalópodos, con cierto predominio de los pulpos (bentónicos) sobre los calamares (nectónicos) y otros moluscos.

B. Mustelus canis

Las dificultades en la sistemática de las especies de **Mustelus**, han suscitado dudas sobre la validez de las referencias argentinas de **M. canis**, al punto que Ringuelet y Arámburu (1960) no la mencionan en su catálogo de los peces marinos.

Las referencias de Berg (1895:7) y de Lahille (1895:276) **sub Galeus canis** así como la de Evermann y Kendall (1907:68) han sido consideradas por Bigelow y Schroeder (1948) como dudosas e igualmente referibles a **M. schmitti.**

Las de Lahille (1921:63), Marini (1929:452) y Pozzi y Bordalé (1935:151) **sub Galeus canis**, parecen referirse, según los autores mencionados (nota 32) no a **Mustelus** sino al género **Galeorhinus.**

También son dudosas las referencias de Fowler (1917 y 1926) **sub M. mustelus**, que según Bigelow y Schroeder (1948) también podrían referirse a **M. schmitti.**

La referencia de Devincenzi (1920:121) es considerada por De Buen (1950) como asignable a **M. schmitti.** Sin embargo, el dato concreto de Devincenzi sobre ejemplares de 1,50 a 1,84 m. prácticamente excluye la posibilidad que su material fuera de esta especie.

En el material destinado a subasta comercial en el puerto de Mar del Plata, se han observado ejemplares de **M. canis**, en ocasiones en elevado número. Un macho y una hembra (de 740 y 640 mm respectivamente de LT) se usaron para obtener medidas detalladas (Tabla 11), confirmando la presencia de esta especie en la Argentina. Otros ejemplares fueron empleados para la obtención de otros datos biológicos.

De acuerdo con esos datos, se encontraron dos ejemplares machos inmaduros, de 620 y 747 mm de largo total y dos maduros de 789 y 920 mm. Estos últimos presentaban el órgano copulador bien calcificado.

Las dos hembras analizadas, de 760 y 869 mm de talla, estaban inmaduras, pero la de mayor tamaño tenía la glándula nidamental bien desarrollada y la porción diferenciada del oviducto midió 84 mm.

La alimentación de los machos incluyó un 20%compuesto por un ejemplar de **Prionotus sp.** (Triglidae) de 41 mm LT, un 40%de restos de crustáceos, un 20%correspondiente a 2 ejemplares de 115 mm de LT de **Trachurus pictaratus** (Carangidae) y un 20%correspondiente a un ejemplar de **Engraulis anchoita** (Engraulidae).

La alimentación de las hembras comprendió un 66,66%de restos de crustáceos que incluyó 2 ejemplares de **Leurocyclus tuberculosus** (Majidae) y un 33,33%de restos de peces, probablemente cebo.

Numerosos datos sobre la biología de esta especie en otras áreas, pueden verse en Bigelow y Schroeder (1948).

C. Mustelus fasciatus

M. striatus Devincenzi, 1920 ha sido considerado por Bigelow y Schroeder (1948) un sinónimo de **M. fasciatus** (Garman, 1913). En consecuencia, las citas de **M. striatus** de Uruguay y Argentina de Devincenzi y Barattini (1926) y Pozzi y Bordalé (1935) han sido referidas por Bigelow y Schroeder (1948) a **M. fasciatus.** Con este nombre la citan para el área De Buen (1950), Ringuelet y Arámburu (1960), Nani y González Alberdi (1966), Boschi y Scelzo (1969) y Stehmann (1978).

Los adultos de la especie recién fueron descriptos en 1977 por Sadowsky, quien señala que la diferencia de coloración entre los juveniles y los adultos debe haber dificultado la separación respecto a otras especies y el estudio de su biología. Este autor detalla las diferencias en la relación hocico-ojo que permiten separar a **M. fasciatus** de otras especies.

M. fasciatus es una especie ocasional en Mar del Plata. Nani (1964) la halló en enero y febrero y en octubre, noviembre y diciembre. Durante todo el período de muestreo correspondiente a este trabaio, sólo se hallaron dos ejemplares (Tabla 11), un macho de 1060 mm LT y una hembra de 625 mm LT. El macho estaba inmaduro y presentaba el testículo filiforme (el ejemplar adulto descripto por Sadowskv tenía un LT de 1455 mm). El contenido estomacal incluía un ejemplar juvenil de pez, no identificado, y 3 ejemplares de **Anchoa marinii** que representaron 1/2 de la capacidad del estómago.

TABLA 11. - MEDIDAS DE DOS EJEMPLARES DE Mustelus canis Y DOS DE M. fasciatus Y LOS PORCENTAJES EN LARGO TOTAL.

ESPECIE	Mustelus canis				M. fasciatus			
sexo	Macho		Hembra		Macho		Hembra	
Mediciones	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Long. total	740.0	100.0	640.0	100.0	1060.0	100.0	635.0	100.0
Dist. hocico-ojo	50.0	6.7	47.0	7.3	80.0	7.5	60.0	9.4
" " -boca	52.0	7.0	43.0	6.7	74.5	7.0	51.5	8.1
" " -D_1	204.0	27.5	181.5	28.3	301.0	28.4	195.5	18.4
" " -D_2	453.0	61.2	390.0	60.9	- -	- -	- -	- -
" " -Pect.	150.0	20.2	128.0	20.0	214.0	20.2	159.0	15.0
" " -Vent.	335.0	45.2	289.0	45.1	490.0	46.2	304.0	47.9
" " -Anal.	476.5	64.3	415.0	64.8	- -	- -	- -	- -
Diám. horiz. ojo	25.0	3.3	23.0	3.5	15.0	1.4	11.0	1.7
Ancho boca	52.0	7.0	41.0	6.4	79.0	7.4	50.0	7.9
Dist. prenasal	31.0	4.1	26.0	4.0	45.0	4.2	- -	- -
" internasal	24.5	3.3	22.0	3.4	31.0	2.92	20.5	3.2
Pliegue labio sup.	15.0	2.0	12.0	1.8	17.7	1.67	12.5	2.0
" " inf.	12.0	1.6	9.0	1.4	13.8	1.3	10.0	1.6
Abertura br. 1a.	15.5	2.0	16.5	2.5	- -	- -	- -	- -
" br. 3a.	18.0	2.4	17.0	2.6	- -	- -	- -	- -
" br. 5a.	15.0	2.0	13.0	2.0	- -	- -	- -	- -
Margen ext. Pect.	96.0	12.9	85.0	13.2	145.0	13.7	83.0	13.1
" distal. Pect.	84.0	11.3	71.0	11.0	130.0	12.3	75.0	11.8
" int. Pect.	47.0	6.3	43.0	6.7	83.0	7.8	45.0	7.1
Altura D_1	64.0	8.6	60.0	9.3	88.0	8.3	51.0	8.0
Base D_1	78.0	10.5	72.0	11.2	149.0	14.1	70.0	11.0
Dist. interdorsal	179.0	24.1	141.0	22.0	185.0	17.4	117.0	18.4
Altura D_2	41.0	5.5	41.0	6.4	71.5	6.7	38.5	6.1
Base D_2	67.0	9.0	64.0	10.0	113.0	10.7	57.0	9.0
Dist. D_2 - caudal	82.0	11.0	60.0	9.3	91.0	8.6	55.0	8.7
Lob. sup. de caudal	143.0	19.3	127.0	19.8	221.0	20.8	134.0	21.1
Dist. orig. P-orig. V	179.0	24.1	156.0	24.3	270.0	25.5	150.0	23.6
" " V- " A	153.0	20.6	129.0	20.1	220.0	20.8	120.0	18.9
Base anal	35.0	4.7	32.0	5.0	59.0	5.6	32.0	5.0
Dist.A-orig.lob.inf.C	56.0	7.5	50.0	7.8	55.0	5.3	35.0	5.5
Ancho tronco en P.	76.5	10.3	73.0	11.4	148.0	14.0	81.5	12.8
Alto " en P.	58.0	7,8	- -	- -	105.0	9.9	83.0	13.1
" " en D_1	79.0	10,7	78.0	12,2	- -	- -	- -	- -

D. Galeorhinus vitaminicus

Es muy probable que **G. vitaminicus**, descripta por De Buen en 1950, sea un sinónimo de la forma cosmopolita **G. galeus**. De hecho así ha sido sostenido por Sadowsky (1977). El uso del nombre original de De Buen (1950) tiene, si no otra, la ventaja de aludir sin duda a la población del Atlántico sur que fue estudiada.

Numerosas referencias argentinas a esta especie pueden verse en Menni (1981), quien señala que hembras observadas, hasta una talla de 1340 mm (peso 12.000 g) estaban inmaduras, y que machos con claspers funcionales se encuentran en los 1340 mm de LT (peso 10.200 g).

Si bien se trata de una especie común en el área estudiada, justamente el tipo de comercialización, que consiste en la venta por ejemplares, junto con el considerable tamaño que éstos alcanzan, hizo que el muestreo de adultos fuera impracticable en el marco de este trabajo.

La tabla 12 provee los datos biológicos de 12 machos observados en Mar del Plata en diversas fechas. Dentro del rango de tallas observado, todos los ejemplares estuvieron inmaduros, y aún en el mayor, el órgano copulador apenas excedía el ápice de las pélvicas.

El alimento de esos ejemplares comprendió un 79,99% de peces repartido de la siguiente manera: restos no identificados 40% , **Prionotus sp.** (restos o ejemplares completos) 20% , **Trachurus picturatus** (ejemplares de 140, 115 y algo más de 94 mm de LT) 13,33% y **Engraulis anchoita** 6,66% . Un 13,33% correspondió a restos de calamar, y un 6,66% a pulpo. Dos ejemplares (16,66%) presentaron el estómago vacío.

La Tabla 12 presenta los datos biológicos de 18 hembras correspondientes a los mismos muestreos que los machos. Todos los ejemplares estaban inmaduros, pero pudo observarse que a los 770 mm LT los oviductos presentaron paredes engrosadas.

La alimentación de las hembras comprendió los siguientes ítems: **T. pictaratus** (ejemplares de 120, 135, 136 y 140 mm) 25% , restos de peces no identificados 25%, cebo 12,50%, **Stromateus brasiliensis** (LT 190 mm) 6,25% , un Atherinidae de más de 75 mm LT 6,25%, **E. anchoita** 6,25 % y también con 6,25% cada ítem huevos de Rajidae, restos de pulpo y **Pleoticus muelleri** (Penaeidae). Los peces en conjunto componen el 68,75% de la dieta. El porcentaje de vacíos fue de 33,33%.

TABLA 12 - DATOS BIOLOGICOS CORRESPONDIENTES A Galeorhinus vitaminicus, Squalus blainvillei, S. cubensis, Notorhynchus pectorosus y Odontaspis taurus.

ESPECIE	HEMBRAS								MACHOS					
					Ovocitos		Embriones						Test.	
	FECHA	LT	PT	PH	N	Diám.	N	Talla mín.máx.	FECHA	LT	PT	PH	LxA	CLASPER
Galeorhinus vitaminicus	25-01-78	609	685	35	- -	- -	- -	- -	25-01-78	540	500	20	- -	no des.
		725	1370	70	- -	- -	- -	- -		686	1155	60	- -	" "
		735	1540	95	- -	- -	- -	- -		705	1405	65	- -	" "
		745	1490	80	- -	- -	- -	- -		755	1570	90	- -	" "
		745	1615	115	- -	- -	- -	- -		836	2000	160	- -	" "
	28-03-78	576	750	34	- -	- -	- -	- -	28-03-78	725	1310	63	- -	" "
		590	800	45	- -	- -	- -	- -		740	1400	45	- -	" "
		635	830	52	- -	- -	- -	- -		800	1700	57	- -	" "
		683	1070	46	- -	- -	- -	- -		925	2710	147	- -	" "
		710	1230	54	- -	- -	- -	- -	27-04-78	379	- -	- -	- -	" "
		740	1580	100	- -	- -	- -	- -	28-04-78	735	1350	63	- -	" "
	27-04-78	368	- -	- -	- -	- -	- -	- -		968	3540	200	- -	" "
		675	- -	- -	- -	- -	- -	- -						
	28-06-78	722	1400	66	- -	- -	- -	- -						
		743	1700	116	- -	- -	- -	- -						
		770	1470	58	- -	- -	- -	- -						
		800	1630	63	- -	- -	- -	- -						
		860	2370	138										
Squalus blainvillei	28-02-78	662	1175	- -	3	37-42	- -	- -	09-10-78	635	1160	110	68x18	no obs.
	09-10-78	748	2090	153	- -	- -	4	Huevos embri.						
Squalus cubensis	28-02-78	440	385	- -	- -	- -	- -	- -	28-02-78	470	850	- -	38x10	CBC*
		495	570	- -	3	19-20	- -	- -						
		565	850	- -	- -	- -	- -	Huevos**						
		565	1050	- -	3	37-48	3	199-214						
		570	780	- -	00	7-9	- -	Huevos**						
		605	1085	- -	00	6-7	4	Huevos emb.						
	05-09-78	437	420	- -	- -	- -	- -	- -						
		452	420	- -	- -	- -	- -	- -						
		490	- -	- -	- -	- -	- -	- -						
	01-11-78	532	810	70	4	14	2	42-48						
		540	930	95	- -	- -	2	Huevos**						
		542	740	57	3	19	- -	- -						
		542	830	63	3	19	- -	Huevos**						
		565	800	50	3	12		32						
	22-11-78	505	850	- -	- -	- -	- -	Huevos**						
		530	870	- -	5	7-24	2	125						
Notorhynchus pectorosus	28-03-78	560	665	Juv.					07-12-77	728	1000		45x7	No des.
	27-04-78	850	- -	- -					28-06-78	1004	4640	- -	60x12	" "
		960	- -	- -										
Odontaspis taurus		950	- -	- -	- -	- -	- -	- -						

* C B C: Clasper bien calcificado

**: Huevos en número indeterminado.

II. Familia SQUALIDAE

Es evidente (Forster **et al.**, 1970; Merret, 1973; Garrick, 1960; Chang **et al.**, 1979 y otros autores) que el problema de la identidad de las formas de **Squalus** de diversas partes del mundo está lejos de haber sido resuelto. Parece obvio, además, que no deberán extrapolarse las conclusiones obtenidas en un área, a otras de las que no se ha examinado material.

Ante la imposibilidad de efectuar un análisis del problema que pueda ser incluido en este trabajo, dejaremos en claro el criterio con que se nominaron las especies estudiadas.

Ringuelet y Arámburu (1960) citan dos especies de **Squalus** para la Argentina: **S. acanthias** y **S. fernandinus** mencionando además, como **specie inquirenda** a **S. lebruni** (Vaillant, 1888).

Bigelow y Schroeder (1957) señalan la presencia de **S. acanthias** en el norte de Argentina, Uruguay y provincia Magallánica (sur de Argentina); y la de **S. fernandinus** "off the coast of Argentina in the South".

Krefft (1968) menciona una especie del grupo "**acanthias**" y otra del grupo "**megalops**" para la provincia Magallánica.

En la obra del Far Seas Research Laboratory (1976) del Japón, se citan S. **acanthias**, S. **blainvillei** y S. **cubensis.**

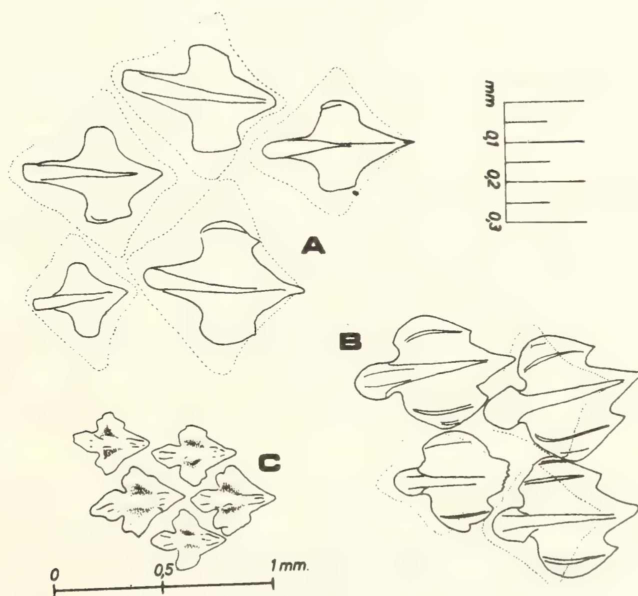
Garrick (1960) ha señalado que la diagnosis original de S. **fernandinus** dice que esa especie presenta ocelos blancos en los flancos, lo que excluye la posibilidad de usar ese nombre para los **Squalus** de coloración lisa. Considerando estos antecedentes, es probable que la lista de **Squalus** argentinos más adecuada sea la de la ya mencionada obra del Far Seas Research Laboratory.

Nuestros propios datos indican claramente la presencia de tres especies de **Squalus** en el Mar Argentino: S. **acanthias**, evidentemente separable por su coloración con manchas blancas, y otras dos que son de coloración lisa.

La observación de numerosos ejemplares ha permitido determinar que la diferencia de forma del borde posterior de la pectoral entre ejemplares del grupo "**fernandinus**" ("**blainvillei**" **sensu** Garrick) no es lo suficientemente constante y apreciable como para separar las especies argentinas de ambos grupos.

Tomando como base las ilustraciones de las escamas de S. **fernandinus** y de S. **cubensis**, proporcionadas por Bigelow y Schroeder (1948) y las de Garrick (1960) para S. **blainvillei**, hemos asignado nuestros ejemplares a cada una de estas especies. Los datos de aquellos ejemplares de los que no se tomaron muestras de piel fueron desechados.

Un dato importante, a nuestro modo de ver, es la comprobación del hecho que S.**blainvillei** y S. **cubensis** (o las formas de estos grupos que se encuentran en la Argentina), son simpátricas en el área de Mar del Plata y no son diferenciables sin una preparación de los dentículos de la piel (Fig. 9). El número de ejemplares examinados no ha sido suficiente para poder separar, al menos las hembras, por diferencias en el ciclo reproductor.



A continuación se detallan algunas observaciones biológicas sobre estas especies. Tómese en cuenta que la única información disponible hasta el presente, sobre la biología de S. **cubensis** es que a los 524 mm LT un macho presentaba claspers desarrollados, sugiriendo que la madurez es alcanzada a una longitud no mucho mayor de 500 mm, i.e., algo menor

que en el caso de **S. acanthias** (Bigelow y Schroeder, 1948). Sobre la biología de **S. acanthias** en la Argentina véase Menni (1981).

E. Squalus blainvillei

De esta especie se muestrearon dos hembras y un macho, cuyos datos figuran en la tabla 12.

De las dos hembras observadas la mayor, analizada en octubre, tenía 4 huevos uterinos embrionados y los ovarios con indicios de ovulación reciente, en tanto que la otra, muestreada en el mes de febrero, presentó los úteros vacíos, con las paredes gruesas e irrigadas y óvulos relativamente grandes en ovario (37-42 mm). Ambos ovarios son funcionales.

El macho presumiblemente maduro, presentaba testículos grandes bien lobulados.

Una de las hembras presentó el estómago vacío y la otra restos de calamarete (**Loligo brasiliensis**), el macho restos de **E. anchoita**.

Algunas observaciones sobre la alimentación de esta especie en el Mediterraneo pueden verse en Capapé (1975a) y, especialmente, en Capapé (1975b), quien señala que su régimen está esencialmente compuesto por teleosteos, cefalópodos y crustáceos, en ese orden.

F. Squalus cubensis

De esta especie se analizaron 16 hembras y 1 macho (Tabla 12).

En las hembras, ambos ovarios son funcionales, como en **S. blainvillei**.

Las comprendidas entre 437 y 495 mm de largo total, estaban inmaduras, sólo la más grande presentó 3 ovocitos de hasta 20 mm de diámetro, en el mes de febrero. Un ejemplar de 505 mm presentó huevos en útero, constituyendo la talla más pequeña en que se observó ovulación.

No aparece clara la época de ovulación y de liberación de las crías; se encontraron hembras con huevos en útero (o sea después de ovuladas) tanto en febrero como en noviembre; en este último mes se observaron embriones de 32 a 125 mm de talla, mientras que los más grandes fueron hallados en febrero, con tallas de 199 a 214 mm LT. Los ovocitos de mayor tamaño observados comprendieron entre 37 y 48 mm, en el mes de febrero, en la misma hembra que tenía los embriones grandes; es posible que este ejemplar estuviera próximo a la parición y ovulación inmediata.

El macho medía 470 mm y tenía el clasper bien calcificado.

En 14 ejemplares hembras en los que se examinó el contenido alimentario, se encontraron 2 (14,28%) con el estómago vacío. Los ítems observados en los restantes se hallaron en los siguientes porcentajes: restos de peces 45,45%, E. anchoita 27,27% y **Prionotus sp.**, poliquetos y moluscos cada uno con 9,09%

En consonancia con estos datos el contenido estomacal del macho consistió en un ejemplar de **Prionotus sp.** de 33 mm LT y uno de **Cynoscion striatus** (Sciaenidae) juvenil,

III. Familia HEXANCHIDAE

G. Notorhynchus pectorosus

N. **pectorosus** es, junto con la especie siguiente, el tiburón de mayor tamaño que llega al material destinado a reducción; Sobre estas especies se dispone de pocos datos ya que, como puede verse en Nani (1964) no se encuentran a lo largo de todo el año.

Varios autores (e.g. Kemp, 1978) consideran a **N. pectorosus** como sinónimo de la especie ampliamente distribuida **N. cepedianus** (Perón, 1807). Dado que la población de Argentina no ha sido estudiada detalladamente (algunas características morfológicas en Menni, 1975), esta sinonimización no puede aceptarse sin reservas. Sobre material de Chile, referido a **N. cepedianus**, ver Guzmán y Campodónico (1976)y Pequeño R. (1979).

Se examinaron dos machos y tres hembras (Tabla 12). Tanto unos como otras estaban sexualmente inmaduros.

En contenido estomacal, sólo se encontraron peces, entre los que se identificaron restos asignados al género **Pinguipes** y a **Trachurus** sp.

IV. Familia ODONTASPIDIDAE

H. **Odontaspis taurus** (Rafinesque, 1810)

Compagno ha indicado en 1977 y 1978 que esta especie probablemente deba ser incluida en el género **Eugomphodus** Gill, 1864, pero este cambio aún no se ha hecho formalmente.

Sólo se examinó una hembra de esta especie el 6-12-77, de 950 mm de LT, (Tabla 12). El contenido estomacal (repleción 1/2) consistía en un ejemplar de **Cheilodactylus bergi** (Cheilodactylidae). Un régimen ictiófago estricto para este pez ha sido señalado por Bigelow y Schroeder (1948), así como su relación con el fondo. Cervigón y Bastida (1974) indican que en material de Argentina se hallaron restos de peces "de las siguientes especies: **Engraulis anchoita, Parona signata, Percophis brasiliensis, Pagrus pagrus** y Cynoscion striatus".

BIBLIOGRAFIA

AZONZ, A. y Ch. CAPAPE. 1971. Les relations alimentaires entre les selaciens et le zoobenthos des côtes nord de la Tunisie, Bull. Inst. Océanogr. pêche Salambó, 2 (2): 121-130.

BARCELLOS, B.N. 1961. Icitiofauna do Rio Grande do Sul. III. Sobre **Mustelus canis** (Mitchill, 1815). Bol. Mus. Nac. Río de Janiero (Nova ser.), Zool., 227: 1-7.

BERG, C. 1895. Enumeración sistemática y sinonímica de los peces de las costas argentinas y uruguayas. An. Mus. Nac. Buenos Aires. 4: 1-120.

BIGELOW, H.W. y W.C. SCHROEDER. 1940. Sharks of the genus **Mustelus** in the western Atlantic. Proc. Boston Soc. nat. Hist., 41 (8): 417-438.

1948. Fishes of the Western North Atlantic (Lancelets, Cyclostomes, Sharks). Mem. Sears Found. Mar. Res, 1 (1): xvii, 1-576.

1957. A study of the sharks of the suborder Squaloidea. Bull. Mus. Comp. Zool., 177 (1): 1-150.

BOSCHI, E.E. y M. SCELZO. 1969. Nuevas campañas exploratorias camaroneras en el litoral argentino, 1967-1968. Con referencias al plancton de la región. Proyecto Des. Pesq., Ser. Inf. Téc., Publ. N° 16: 1-31.

BRANDHORST, W. y J.P. CASTELLO. 1971. Evaluación de los recursos de anchoíta (**Engraulis anchoita**) frente a la Argentina y Uruguay. Proyecto Des. Pesq., Ser. Inf. Téc., publ. N° 32: 1-47.

CAPAPE, CH. 1975. Etude du régime alimentaire de **Squalus blainvillei** (Risso, 1826) des cotes tunisiennes. Bull. Inst. Natl. Sci. Oceanogr. Peche Salambó, 4 (1): 61-73.

1975b. Observations sur le régime alimentaire de 29 Sélaciens pleurotremes des cotes tunisiennes. Arch. Inst. Pasteur Tunis, 4:395-414.

CERVIGON, F. y R. BASTIDA. 1964. Conttibución al conocimiento de la fauna ictiológica de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). An. Soc. Cient. Arg., CXCVII (I-III): 3-20.

CHEN, C.; T. TANIUCHI y Y. NOSE. 1979. Blainville dogfish, **Squalus blainvillei**, from Japan, with notes on **S. mitsukurii** and **S. japonicus**. Jap. J. Ichthyol. 26 (1): 26-42.

CHIRIGHIGNO, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inst. del mar del Perú. Inf. N° 44: 1-390.

COMPAGNO, L.J.V. 1973a. Interrelationships of living elasmobranchs. In Greenwood et al., (Eds.) **Interrelationships of fishes.** Zool. J. Linn. Soc. (Supl. 1): 15-61.

1973 b **Gogolia fillewoodi**, a new genus and species of shark from New Guinea (charcharhiniformes: Triakidae), with a redefinition of the family Traikidae and a key to triakid genera. Proc. Calif. Acad. Sci. 4th ser. 39 (19): 383-410.

1977. Phyletic realtionships of living sharks and rays. Amer. Zool., 17: 303-322.

1978. Odontaspididae. In Fischer, W. (ed.) FAO species identification sheets for fisheries purposes. Western Central Atlantic (Fishing area 31), V.

CORDINI, J.M. 1958. Viaje experimental para pescar atunes. Diana (Buenos Aires), 19 (220): 70-79.

DE BUEN, F. 1950. El mar de Solís y su fauna de peces. 2da. parte. Serv. oceanogr. y pesca del Uruguay, Publ. Cient. N° 2: 48-144.

DEVINCENZI, G.J. 1920. Peces del Uruguay. An. Mus. Nac. Montevideo, Ser. II I (4): 97-134.

DEVINCENZI, G.J. y L.P. BARATTINI. 1926. Album ictiológico del Uruguay. An. Mus. Hist. Nat. Montevideo, ser. 1, 12, láminas.

EVERMANN, B. W. y W.C. KENDALL. 1907. Notes on a small collection of fishes from Argentina, South America. with descriptions of three new species. Proc. U.S. Nat. Mus., 31:67-108.

FAR SEAS RESEARCH LABORATORY (Eds.) 1976. Coloured illustrations of bottom fishes collected by hapanese trawlers, 2: IV, 1-188.

FOWLER, H.W. 1917. Notes on New England Fishes. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 35: 385-402.

1926. Fishes from Florida, Brazil, Bolivia, Argentina and Chile. Proc. Acad. nat. Sci. Philad., 58: 115-122.

GARMAN, S. 1913. The Plagiostomia (Sharks, skates and rays). Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard, 36: I-XIII, 1-115.

GARRICK, J.A.F. 1960. Studies on New Zealand elasmobranchii, part. XII. The species of **Squalus** from New Zealand and Australia; and a general account and key to the New Zealand Squaloidea. Trans. Roy. Soc. N. Zealand, 88 (3): 519-557.

GUZMAN, M.L. e I. CAMPODONICO G. 1976 **Notorhynchus cepedianus** (Péron, 1807) en la entrada oriental del estrecho de Magallanes (Elasmobranchii, Hesanchidae). An. Inst. Patagonia, 7: 207-210.

JENSEN, A.C. 1966. Life history of the spiny dogfish. Fishery Bull. 65 (3): 527-554.

KEMP, N.R. 1978. Detailed comparisons of the dentitions of extent hexanchid sharks and tertiary hexanchid teeth from South Australia and Victoria, Australia (Selachii; Hexanchidae). Mem. Nat. Mus. Victoria, 39: 61-83.

KETCHEN , K.S. 1972. Size at maturity, fecundity and embryonic growth of the spiny dogfish **(Squalus acanthias)** in British Columbia waters. J. Fish. Res. Bd. Canadá, 29: 1717-1723.

KREFFT, G. 1968. Neue und erstmalig nachgewiesene Knorpelfische aus dem Archibental des Suedwestatlantiks einschliesslich einer Diskussion einiger **Etmopterus**- Arten suedlicher Meere. Arch. Fischwiss. 19 (1): 1-42.

LAHILLE, F. 1895. Faunas locales argentinas I. Lista de los pescados recogidos en los alrededores de La Plata, etc. Rev. Mus. La Plata, 6: 267-276.

1921. Enumeración sistemática de las especies de peces cartilaginosos encontrados hasta la fecha en aguas argentinas. Physis 5:63-64.

LAZZARETTO, I. 1964. Osservazioni sull'alimentazione di alcuni selacei dell' Adriatico. Atti dell' Ist. Veneto Sci., Lett. ed. Arti, CXXII (Clase di sci. mat. e nat.): 219-228.

MARINI, T.L. 1929. Enumeración de los peces coleccionados en las inmediaciones del laboratorio de Biología Marina de Puerto Quequén. Physis 9: 451-454.

MENNI, R.C. 1975. **Notorhynchus ocellatus** Devincenzi, 1920 sinónimo de N. **pectorosus** (Garman, 1884) (Chondrichthyes, Hexanchidae). Neotropica, 21 (65): 83-86.

1981. Distribución y biología de **Squalus acanthias, Mustelus schmitti** y **Galeorhinus vitaminicus** en el Mar Argentino en Agosto - Setiembre de 1978. (Chondrichthyes). Rev. Mus. La Plata (en prensa).

MENNI, R.C.; A.E. GOSZTONYI y H.L. LOPEZ 1979. Sobre la ecología y biología de **Halaelurus bivius** (Chondrichthyes, Scyliorhinidae). Rev. Mus. Arg. C. Nat. "B. Rivadavia", Ecología, 2 (3): 71-88.

MENNI, R.C.; H.L. LOPEZ y M.L. GARCIA. 1981. Lista comentada de las especies de peces colectadas durante el 5° crucero del "Shinkai Maru" en el Mar Argentino (1978). Contr. INIDEP, Nro. 383:267-280.

MERRET, H.R. 1973. A new shark of the genus **Squalus** (Squalidae: Squaloidea) from the equatorial westerns Indian Ocean; with notes on **Squalus blainvillei.** J. Zool. London, 171:93-110.

NANI, A. 1974. Variaciones estacionales de la fauna íctica del área de pesca de Mar del Plata. CARPAS/ 2/D. Téc. 20: 1-21.

NANI, A. y P. GONZALEZ ALBERDI. 1966. Informe preliminar sobre el muestreo de la pesca de arrastre en la región de Mar del Plata, destinada a la industria de reducción. CARPAS/3/D. Téc. 7: 1-7, tab. I y II.

OLIVIER, S.R.; R. BASTIDA y M. R. TORTI. 1968. Ecosistema de las aguas litorales. Publ. Serv. Hidrogr. Naval, H. 1025: 5-45.

PEQUEÑO, R.G. 1979. El género **Notorhynchus** en Chile (Elasmobranchii; Hexanchidae) Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile, 16 (3): 247-254.

POZZI, A.J. y L. F. BORDALE. Cuadro sistemático de los peces marinos de la Argentina. An. Soc. Cient. Argentina, 120 (1): 145-189.

RINGUELET, R.A. y R.H. ARAMBURU. 1960. Peces marinos de la República Argentina. Agro 2 (5): 1-141.

SADOWSKY, V. 1977. A espécie **Galeorhinus vitaminicus** de Buen, 1950, é um sinonimo da especies cosmopolita **Galeorhinus galeus** (L. 1758). Ciencia e Cultura, Supl. Resumos (29-7): 1-904, SBPC, Sao Paulo.

SPRINGER, S. 1939. Two new Atlantic species of dog sharks, with a key to the species **Mustelus.** Proc. U.S. nat. Nus., 86 (3058): 461-468.

SPRINGER, S. y R.H. LOWE. 1963. A new smooth dogshark, **Mustelus higmani,** from the Equatorial Atlantic coast of South America. Copeia, 2: 245-251.

STEHMANN, M. 1978. Illustrated field guide to abundant marine fish species in Argentine waters. Inst. Seefischerei, Hamburg, Publ. N° 23: 1-114.

TANIUCHI, T. 1971. Reproduction of the sand bar shark, **Carcharhinus milberti** in the East China Sea. Jap. J. Ichthiol., 18 *2): 94-98.

TESHIMA, K. y S. KOGA. 1973. Studies on sharks. XI. Taxonomic characteristics of reproductive organs in japanese **Mustelus.** Mar. Biol., 23 (4): 337-341.

TESHIMA, K.; H. YOSHIMURA y K. MIZUE. 1971. Studies on sharks. II. On the reproduction of japanese dogfish **Musteus manazo** Bleeker. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 32: 41-50.

WOURMS, J.P. 1977. Reproduction and development in chondrichthyan fishes. Amer. Zool., 17: 379-409.

LAS FUNCIONES GAMMA MODIFICADAS Y LAS DISTRIBUCIONES DE TAMAÑOS DE GOTAS EN LAS NUBES.

Por

Oscar M. Sorarrain*, Rafael Boggio Ronceros, Jorge L. Pousa y Luis M. Boggia

Facultad de Ciencias Exactas, Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Naturales y Universidad Tecnológica Nacional (La Plata).

RESUMEN

Algunos datos experimentales presentados por otros autores han sido analizados para las distribuciones radiales de gotas en las nubes. Para este propósito, se ha estudiado una familia de funciones Gamma modificadas: $ar^{\alpha} . \exp(-br^{\beta})$ usando el conjunto de parámetros $\alpha = 1 - 6$, $\beta = 1 - 5$. Las funciones Gamma aunque razonables aproximaciones para los resultados experimentales analizados deben ser considerados fuera de los intervalos de confianza en una rigurosa aplicación de un test no - paramétrico.
Por las razones precedentes, se considera una posible variación de dichas funciones en orden de ajustar más adecuadamente las evidencias experimentales.

ABSTRACT

Some experimental date informed by others authors are analized for radial distribution of droplets in clouds. Whith this purpose, a family of modified gamma functions have been studied ar. exp. $(-br^{\gamma})$ using the set of parameters $\alpha = 1\text{-}6$, $\beta = 1\text{-}5$. Although the resultant gamma functions were reasonable approximations of the analized experimental results, they have to be considered outside confidence intervals in a rigourous application of a non-parametric test. Because of the preceeding reasons, a possible variation of those functions is considered, in order to adjust more adequately to experimental evidence.

1. INTRODUCCION

Es conocido desde hace tiempo que las distribuciones radiales de los nucleos de condensación en la atmósfera están bien expresados en la forma propuesta por JUNGE, ver MASON (1971). En otras palabras, para un amplio intervalo de variación los radios de los núcleos de condensación cumplen la relación $f(r) \equiv r^{-3}$. por el contrario, aunque muchos resultados experimentales han sido obtenidos para las distribuciones radiales de las gotitas nubosas, es todavía interesante discutir distribuciones estadísticas posibles para ajustar razonablemente los resultados experimentales mencionados.

* Miembro Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

MASON (1962), AUFM KAMPE y WEICKMANN (1957) y ROGERS (1977), han reportado curvas experimentales para las distribuciones radiales de gotitas nubosas, por ejemplo, los últimos autores han representado valores espectrales promedio de las gotas de nubes de distintas características: i. e.: estratos, cirro - estratos, estrato - cúmulus, alto cúmulus, cúmulus - congestus y cúmulo - nimbus.

En este trabajo se han analizado datos experimentales obtenidos por los mencionados autores precedentemente con el propósito de representarlos adecuadamente con alguna distribución teórica.

2. METODO PARA EL ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES

La observación muestra que muy frecuentemente las distribuciones radiales de las gotas en nubes son unimodales. En el presente análisis se consideran funciones de la forma:

$$a\ r^{\alpha} \exp(-br^{\beta}) \quad (1)$$

cond $\alpha = 1, 2, \ldots 6$, y $\beta = 1, 2, \ldots 5$. Para estas distribuciones de la condición de normalización resulta $a = g(b)$; i. e.: para $\alpha = 3$, $\beta = 1$, se tiene:

$$\int_0^{\infty} ar^3 \exp(-br)\,dr = 1; \quad a = b4/6. \quad (2)$$

En nuestro trabajo se han considerado varios tipos de nubes: un pequeño cúmulo desarrollado en aire continental reportado por MASON (1962) y un grupo de curvas experimentales dadas por AUFM KAMPE y WEICKMANN (1957) y ROGERS (1977) para nubes cúmulos - nimbus, cúmulus congestus y cúmulos de cielo claro, estratos, estratos - cúmulus y alto cúmulus. En esta representación se muestran algunos de estos resultados y el método empleado para nuestro análisis.

Para cada curva experimental considerada se han calculado los parámetros a y b correspondientes a cada una de las treinta funciones Gamma mencionadas. Para la determinación de los parámetros a y b correspondientes a cada distribución teórica se han elegido 20 valores $r_1, r_2, \ldots r_{20}$ utilizando el método de Newton - Raphson para obtener el parámetro b.

Una función cualquiera estudiada solamente será una función adecuada cuando se obtenga un rango de valores pequeños para los b calculados. En otras palabras cuando se encuentran valores muy diferentes $(b_1, b_2, \ldots b_{20})$ las funciones analizadas deben ser rechazadas. Finalmente se ha utilizado el método de mínimos cuadrados para el cálculo de la función b correspondiente al menor intervalo de variación. Esta función ha sido elegida entre las funciones Gamma mencionadas para cada uno de los valores experimentales en los varios tipos de nubes considerados.

Las funciones Gamma han sido propuestas por varios autores. Por ejemplo DEIRMENDJIAN (1969) ha analizado funciones Gamma modificadas para gotas nubosas, lluvia y neblina. Este autor ha usado varias combinaciones de α y β ($\alpha = 1, 2, 6, 8; \beta = 0.5, 1.3$) para las funciones:

$$f(r) = ar^{\alpha} \exp(-br^{\beta}) \quad (3)$$

Similarmente, KHRGIAN y MAZIN (1952) han propuesto la expresión:

$$f(r) = ar^2 \exp(-br) \quad (4)$$

donde:

$$a = 1.45 \times 10^{-6} \left(w_1 / d_w\ a^{-6}\right)$$

$$b = 3 / \bar{a}$$

donde w_1 es el contenido de agua en la nube, $\bar{a}$ el radio medio de las gotas y d_w la densidad del agua.

Como ejemplo de nuestro análisis consideraremos valores experimentales proporcionados por AUFM KAMPE y WEICKMANN (1957) igualmente reportados por ROGERS (1977).

Los valores utilizados para nuestro trabajo han sido proporcionados por los autores mencionados. Estos autores han determinado para cada intervalo $\Delta r_i = r_{i+1} - r_i$, los valores medios correspondientes a una serie de experiencias realizadas por distintos investigadores. Distintos tipos de nubes han sido reportados, constituyendo una de las fuentes experimentales más representativas que se dispone en la literatura.

En este trabajo analizaremos cúmulus de cielo claro y estratos, las conclusiones obtenidas son similares a otros tipos de nubes. Estos valores son promedios tomados por los primeros autores como resultados de un gran número de experiencias.

Para nubes tipo cúmulus y estratos la función Gamma (b 4/6) exp (– br) ha sido la mejor considerada entre el grupo de 30 funciones ya que se observan los menores rangos de b $(0.62, 0.37)^{-1}$ y $(0.67, 0.39)^{-1}$ para cúmulus y estratos respectivamente.

Además las curvas experimentales han sido normalizadas usando la relación

$$N \int_0^{\infty} f_e(r)\, dr = 1 \tag{5}$$

siendo f_e (r) los datos experimentales. Las integrales han sido calculadas, usando métodos numéricos estandarizados.

Los valores de b han sido calculados para las 30 funciones Gamma. Para este propósito se ha utilizado el método de NEWTON - RAPHSON considerando 20 valores r_i en el intervalo (5 – 30) μ.

Los valores experimentales y la función de distribución ar^3 exp $(-br)$ para curvas normalizadas a = b 4/6 son comparadas en figuras 1 - 2. En estas figuras los valores a y b han sido calculados usando el método de mínimos cuadrados tomando logaritmos para los valores y_1 y ar_i^3 exp $(- br_i)$.

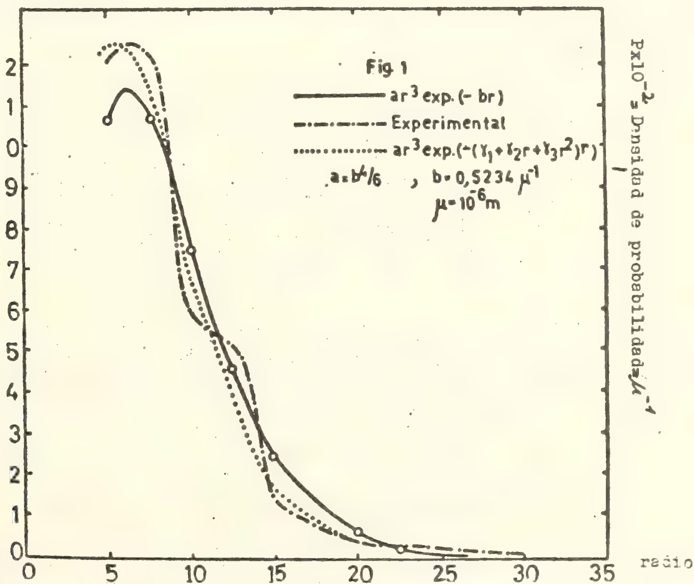


FIG. 1

DISTRIBUCIONES RADIALES DE LAS GOTAS DE AGUA EN LAS NUBES (CUMULUS EN CIELO CLARO)

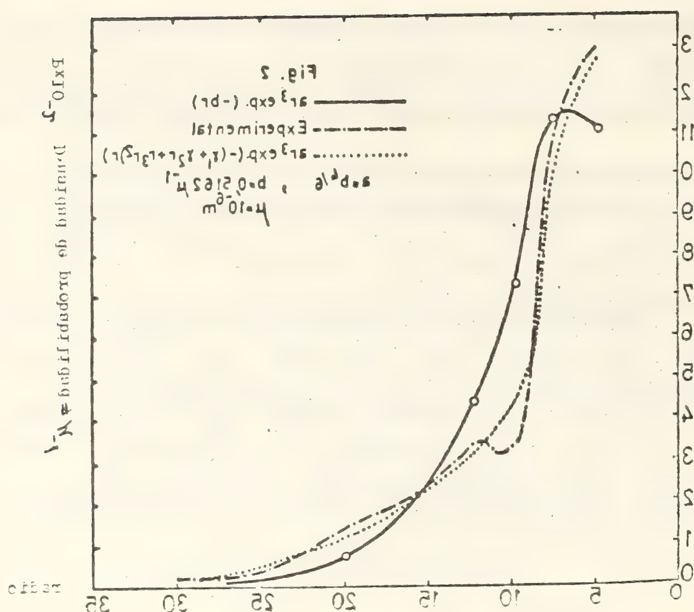


FIG. 2

DISTRIBUCIONES RADIALES DE LAS GOTAS DE AGUA EN LAS NUBES (ESTRATOS)

Los datos experimentales y la distribución Gamma deben ser comparados usando un test no-paramétrico. Para este propósito se ha usado el test de KOLMOGOROV admitiendo que se trata de una función continua en los datos experimentales. El test de KOLMOGOROV se ha utilizado en la siguiente forma (Rios (1967)).

Sea F (x) una función teórica y Fn (x) la muestra correspondiente dada por un conjunto de valores $(r_1, r_2, \ldots r_n)$.

Para ambas distribuciones se tiene:

$$F(x) = \int_0^x f(r)\,dr \quad , \quad F_n(x) = \int_0^x g(x)\,dr \qquad (6)$$

siendo f (r) y g (r), las funciones representadas en figuras 1 y 2. Si se denota con:

$$D_n = \sup \mid F_n(x) - F(x) \mid \qquad (7)$$

cuando se selecciona el valor δ como límite de confianza se tiene:

$$P\,[\sqrt{n}\,D_n < Z\,] = K(Z) = 1 - \delta \qquad (8)$$

n = número total de gotas en las nubes

K (Z) la función KOLMOGOROV dada en tablas.

Finalmente, la hipótesis en prueba $F_n(x) \cong F(x)$ requiere relacionar D_n y $Z / \sqrt{n}$. Si $D_n < Z / \sqrt{n}$ la hipótesis es aceptable, en caso contrario debe ser rechazada.

Para $\delta = 0.05$ y $\delta = 0.01$ los valores de $Z / \sqrt{n}$ obtenidos de la tabla y fórmula (8) son (0.08, 0.11) y (0.034, 0.056) para estratos y cúmulos. Estos valores satisfacen la relación $D_n > Z / \sqrt{n}$ para D_n tomado de las curvas reportadas en figuras 1 - 2 y fórmulas (6)

– (7). Es decir, aún las mejores funciones Gamma deben ser rechazadas por la rigurosa aplicación de los test no-paramétricos.

Para los valores calculados b se ha observado un carácter esencialmente parabólico como resultado de analizar los valores proporcionados por el método de NEWTON - RAPHSON. Es decir se propone la función:

$$b(r) = \gamma_1 + \gamma_2 r + \gamma_3 r^2 \qquad (9)$$

esto es, se supone la función corregida:

$$f(r) = 0 \quad \text{si} \quad r < 0 \qquad (10)$$

$$f(r) = a\, r^{\alpha} \exp(-(\gamma_1 + \gamma_2 r + \gamma_3 r^2)\, r) \qquad (11)$$

$$f(r) = 0 \quad \text{si} \quad r > r_1 = \text{límite superior.}$$

$$\text{con: } \gamma_1 > 0\ ;\ \gamma_2 < 0\ ;\ \gamma_3 < 0. \qquad (12)$$

Estas expresiones representan un grupo de funciones que mejoran el acuerdo con los datos observados a partir de las funciones Gamma modificadas. La función propuesta ha sido comparada con los datos experimentales dados en figura 1 – 2 y se muestran en la misma figura. Los valores de $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ están dados en tabla 1.

Tabla 1

Los valores calculados y los resultados experimentales se ajustan adecuadamente usando fórmulas (10) - (12).

$\mu = 10^{-6}$ m.

Valores de $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$

	γ_1 (μ^{-1})	γ_2 (μ^{-2})	γ_3 (μ^{-3})
figura 4	0.5752	-0.3935×10^{-2}	-0.5544×10^{-4}
figura 5	0.6374	-0.7423×10^{-2}	-0.1056×10^{-3}

$R_L = 30\,\mu$

El test de KOLMOGOROV considera la diferencia absoluta entre la distribución teórica y la distribución empírica que se comparan. Otra posibilidad es comsiderar las diferencias relativas en la forma.

$$\frac{F_n(x) - F(x)}{F(x)}$$

Estos cocientes han sido analizados por RENYI y otros autores (ver Rios (1967)) que han establecido interesantes teoremas límites para las probabilidades en los extremos superiores de las diferencias relativas. Para las observaciones que se realizan con muestras de gotitas

nubosas, estos teoremas son aplicables ya que el número de gotitas incluidas en las muestras es muy grande (centenares o miles). Otros test no-paramétricos tales como CRAMER - VON MISES ha sido expuesto por DECAMPOS (1979).

En nuestro trabajo, se ha optado por el test de KOLMOGOROV, ya que cumple con las condiciones propias de las muestras estudiadas, primeramente existe continuidad de las frecuencias acumuladas y de las funciones densidad de las distribuciones comparadas, tal como se exige para la aplicabilidad del test mencionado. Además, la disponibilidad de las tablas de funciones K (Z), permite realizar con rapidez la inferencia estadítica correspondiente.

Finalmente, resulta instructivo presentar en forma tabulada los valores teóricos y experimentales que han conducido a las figuras representadas precedentemente (Figs. 1 - 2).

Tabla 2

Exp.	0.121	0.124	0.0582	0.0522	0.0141	0.0124	0.0119	0.0109	0.0099	0.0086
Teor.	0.123	0.121	0.0631	0.0469	0.0152	0.0126	0.0115	0.0106	0.0085	0.0092
R	5	7.5	10	12.5	15	20	22.5	25	27.5	30

Densidades de probabilidad μ^{-1} . R en micras (μ)
Cumulus de cielo claro

Exp.	0.128	0.104	0.0343	0.0324	0.0217	0.0126	0.0114	0.0101	0.0097	0.0078
Teor.	0.127	0.101	0.0425	0.0311	0.0209	0.0117	0.0108	0.0092	0.0133	0.0136
R	5	7.5	10	12.5	15	20	22.5	25	27.5	30

Densidades de probabilidad μ^{-1} . R en micras (μ)
Estratos

3. CONCLUSIONES

Las funciones Gamma han sido analizadas para estudiar datos experimentales obtenidos por autores previos y hemos concluido que dichas funciones deben ser rechazadas si se utiliza el test de KOLMOGOROV en forma rigurosa, aunque pueden ser muy útiles como aproximaciones de orden cero para muchos propósitos. Por ejemplo:

Para estimar el peso por unidad de volumen en cada punto del espacio asignado a una nube, los modelos matemáticos que simulan la evolución de dichas nubes, utilizan la función (ver SRIVASTAVA (1967)).

$$W = 3/4 \rho_L \; g \int_0^\infty r^3 \; f(r) \, dr$$

donde W es peso por unidad de volumen, ρ_L la densidad del agua y g la aceleración de la gravedad.

Un análisis similar al descripto en este trabajo ha sido realizado para otros tipos de nubes: estrato - cumulus, cirro – estratus, alto – cúmulus etc. En dichos estudios se han concluido consecuencias similares a las expuestas en esta presentación, aunque los valores de α y β correspondientes a las distribuciones Gamma mejor ajustadas son diferentes.

Una posible mejora con los datos experimentales con las distribuciones Gamma es posible utilizando un procedimiento similar al expuesto en la obtención de las funciones mejoradas (10) – (12).

En general los parámetros α, β, γ_1, γ_2, γ_3 y r_1 son funciones desconocidas de las condiciones físicas y pueden ser muy diferentes aún para el mismo tipo de nubes. Entre dichas condiciones se puede mencionar el contenido de agua en las nubes, número y tipos de núcleo de condensación por cm^3, eficiencia de colisión entre gotas y coeficiente de difusión del vapor de agua. Solamente un extenso análisis de regresión puede ser capaz de resolver estos problemas.

Finalmente, es interesante demostrar algunas propiedades estadísticas características de las funciones estudiadas en este trabajo.

Estas son consideradas en el apéndice.

APENDICE

En este apéndice se consideran algunas propiedades de las funciones Gamma modificadas (fórmula (2)).

La suma de un gran número de variables estadísticas independientes es una variable estadística: sea $x_1, x_2, \ldots x_n$ un conjunto de variables estadísticas independientes con promedios nulos y momentos absolutos $\mu^{(i)}_{2+\gamma}$. de orden $2+\gamma$ siendo $\gamma > 0$.

Luego si se denota con B_n la fluctuación media cuadrática de la suma $x_1 + x_2 + \ldots + x_n$ y si, la relación:

$$1_n = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu^{(i)}_{2+\gamma}}{B_n^{(1+\gamma/2)}} \qquad (13)$$

tiende a cero para $n \to \infty$, la probabilidad de la desigualdad:

$$\frac{x_1 + x_2 + \ldots\ldots\ldots + x_n}{\sqrt{B_n}} < t$$

tiene uniformemente al límite (teorema central del límite), ver USPENSKY (1947).

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{t} \exp(-u\,2/2)\,du$$

siendo $\mu^{(i)}_{\alpha}$, el momento absoluto del orden α, definido por la expresión

$$\mu^{(i)}_{\alpha} = \int |x|^{\alpha} f(x)\,dx$$

Las funciones Gamma modificadas satisfacen el teorema central del límite. Como ejemplo demostrativo consideraremos la distribución $ar^3 \exp(-br)$. Para dicha demostración se define:

$$x_1 = r_1 - \bar{r}\ , \bar{r} = \int_{-\infty}^{+\infty} r\, f(r)\, dr = \text{valor medio}$$

$$f(r) = 0\ , \text{ si } r < 0$$

$$A_1 = \int_0^{+\infty} (r-\bar{r})^2\, f(r)\, dr\ ;\ A_2 = \int_0^{+\infty} (r-\bar{r})^3\, f(r)\, dr \qquad (14)$$

siendo A_1 y A_2 los momentos de segundo y tercer orden respecto al valor medio.

Las variables $x_1, x_2, \ldots x_n$ son independientes, luego se tiene:

$$\Sigma\, \mu_{2+\gamma}^{(i)} = n\ A_2 \quad ; \quad B_n = n\ A_1 \ \text{ para } \gamma = 1$$

Para la distribución $ar^3 \exp(-br)$, se tiene:

$$a = b\ ^4/6$$

$$A_1 = 20/b^2 - 8\,\bar{r}/b + \bar{r}^2\ ,\ A_2 = 120/b^3 - 60\,\bar{r}/b + 12\, r^{-2}/b - r^{-3}$$

Luego utilizando la relación (13) para $\gamma = 1$

$$\lim 1_n = \lim nA_2 \ / \ (n^{3}/_2\ A_1) \rightarrow 0,\ \text{para } n \rightarrow \infty$$

Es decir, la suma $r_1 + r_2 + \ldots r_n - n\,\bar{r}$ satisface el teorema central del límite para las distribuciones Gamma modificadas.

Para las distribuciones expuestas en las fórmulas (10) – (12), los diferentes momentos tienen valores finitos. Es decir, los momentos A_1 y A_2 están definidos en el intervalo $(0, r_1)$, las integrales convergentes, la relación $1_n \rightarrow 0$ para $n \rightarrow \infty$ y el teorema central del límite resulta así obviamente satisfecho.

Para el segundo, tercero y cuarto momento alrededor del valor medio correspondientes a las funciones Gamma modificadas, se tiene:

$$m_2 = (I_2 - 2\, I_1\, \bar{S} + I_0\, \bar{S}^2)/I_0$$

$$m_3 = (I_3 - 3\, I_2\, \bar{S} + 3\, I_1\, \bar{S}^2 - I_0\, \bar{S}^3)/I_0$$

$$m_4 = (I_4 - 4\, I_3\, \bar{S} + 4\, I_1\, \bar{S}^2 - 4\, I_1\, \bar{S}^3 + I_0\, \bar{S}^4)/I_0$$

con

$$\bar{S} = I_1 / I_0,\ I_l = a \int_0^{+\infty} r^{\alpha+l} \exp(-br^{\beta})\, dr = (a/\beta) \cdot b^{-(\frac{\alpha+l+1}{\beta})}\, \Gamma\left(\frac{\alpha+\beta+1}{\beta}\right)$$

Los coeficientes de asimetría y Kurtosis están dados por TAMPIERI y TOMASI (1976). Por el contrario, los correspondientes a los momentos de orden 2, 3 y 4 de las distribuciones propuestas en (10) – (12) deben ser calculados utilizando métodos numéricos para el intervalo $(0, r_1)$.

Para ambos tipos de funciones (las funciones Gamma y aquellas definidas por (10) – (12)) el método de mínimos cuadrados puede ser usado tomando logaritmos para los resulta-

dos experimentales. De este modo, el uso del método de mínimos cuadrados puede ser acompañado por simples rutinas para resolver sistemas lineales. De tal modo es posible quizás ajustar con métodos mínimos cuadrados experiencias que proporcionan distribuciones bimodales como las presentadas en los trabajos experimentales de WARNER (1969).

AGRADECIMIENTOS

Los autores están agradecidos a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, por la ayuda recibida durantela realización de sus trabajos.

BIBLIOGRAFIA

AUFM KAMPE, H.J. and WEICKMANN, H.K.: Physics of Clouds Boston: Meteor, Monograph, Vol. 3, Nro 18 American Meteorological Society (1957).

de CAMPOS, H: Estática Experimental Ñao – Paramétrica 3ra Ediçao, Impreso Departamento de Matemática o Estadística da Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz" Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, Brasil (1979).

DEIRMENDJIAN' D.: Electromagnetic scattering on spherical polydispersions. Elsevier, New York, pp 75 – 119 (1969).

KHRGIAN, A. KH, and MAZIN, I.P: The size distribution of droplets in the clouds. Trydy TS. A. O., Nro 7 – 56 (1952).

MASON, B. J.: Clouds rain and rain making, London: Cambridge University Press (1962).

MASON, B.J.: The Physics of clouds. Claremdon Press, Oxford (1971).

RIOS, S.: Métodos estadísticos: Mc - Graw - Hill Books Co., Ediciones del Castillo, S.A., Madrid (1967).

ROGERS, R.R. Traducción española del inglés, Física de las Nubes, Editorial Reverté S.A. Barcelona (1977).

SRIVASTAVA, R.C.: A study of the effect of precipitation in cumulus dynamics. J. Atmos Sci, 24, 36 (1967).

TAMPIERI, F. and TOMASI, C.: Size distribution of fog and cloud droplets in terms of the modified gamma functions, Tellus, 28, 333 – 347 (1976).

USPENSKY, J. V.: Matematicas de las probabilidades, traducción española del inglés Bs. As. Editorial Nigar (1947).

WARNER, J.: The microstrusture of cumulus clouds. Part I. General features of the droplets spectrum. J. Atmos. Sci 26, 1049 – 1059 (1969).

SOBRE LA AUTOFECUNDACION EN DOS ESPECIES NEOTROPICALES DE *PLANORBIDAE* (Mollusca)

Por Humberto J. A. Moretto* y Daniel E. Nahabedian**

RESUMEN

Se informa sobre la posibilidad de autofecundación, en ***Biomphalaria peregrina*** y ***Biomphalaria tenagophila*** de Buenos Aires, bajo condiciones de laboratorio. Se discuten, además, las características con que ese fenómeno se manifiesta en estas especies de moluscos planórbidos.

ABSTRACT

The possibility of self-fertilization in ***Biomphalaria peregrina*** and ***Biomphalaria tenagophila*** from Buenos Aires under laboratory conditions is reported. Besides the features of this biological phaenomenon are discused.

La autofecundación puede acontecer en los moluscos que poseen una glándula hermafrodita u ovotestis. En los acinos de la glándula de un animal bajo condiciones de aislamiento absoluto, se unirían los ovocitos maduros con espermatozoides autóctonos (Aubry, 1955), originándose así la postura de huevos fértiles por parte de un individuo vírgen.

Este fenómeno biológico es conocido desde fines de la primera década del siglo pasado, en distintos *Basommatophora* (de Larambergue, 1939) (Duncan, 1975). En los *Planorbidae* americanos ha sido estudiado en *Biomphalaria glabrata* por Brumpt (1941), Paraense (1955) y Fraga de Azevedo et al. (1959).

Los planórbidos más comunes en los alrededores de Buenos Aires pertenecen a la especie *Biomphalaria peregrina*. En el Delta del Paraná y en ciertos cuerpos de agua de la ribera norte del Río de la Plata, se encuentran poblaciones de *Biomphalaria tenagophila*.

Se demuestra que es posible la autofecundación en individuos de estas dos especies bonaerenses. informando, además, las características con que este fenómeno se manifiesta comparativamente en ellas.

* Departamento de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET.

** Departamento de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

MATERIALES Y METODOS

Las experiencias se realizaron con individuos de *Biomphalaria peregrina* y *Biomphalaria tenagophila,* colocandolos desde la eclosión del huevo en condiciones absolutas de aislamiento.

De cada especie se separaron una docena de caracoles, que se acoplaron entre si, y de sus huevos nacieron los especímenes objeto de esta investigación.

Los especímenes de *B. peregrina* eran segunda generación de una población originaria de la localidad de Otamendi (Provincia de Buenos Aires). Los de *B. tenagophila* fueron obtenidos de huevos, de una población salvaje recolectada en el lago Del Tambo del Bosque de Palermo (Buenos Aires).

El individuo que resultaba de la eclosión de un huevo era inmediatamente aislado. Por medio de una pipeta, se lo transportaba a un recipiente de vidrio, –cilíndrico de 6 cm de diámetro y 6 cm de altura–, conteniendo 100 ml de agua. Allí se lo criaba, alimentándolo con trozos de hojas lavadas de *Lactuca sativa* y renovándole el agua cada día por medio.

Mientras duraron las experiencias, los recipientes con los especímenes se mantuvieron constantemente iluminados.

La temperatura del agua oscilaba entre 23,5° C y 26,5° C, y la del aire ambiente entre 22,5° C y 27,5° C.

RESULTADOS

A.– Experiencia sobre *Biomphalaria peregrina.*

Se aislaron 31 animales desde la eclosión del huevo.

El primer mes sobrevivieron 58,1 % ; el segundo mes, 32,3 % ; el tercer mes, 22,6 % (Fig. 1). Los últimos sobrevivientes comenzaron a poner huevos entre los 85 y 132 días de haber nacido. El tamaño de los caracoles vírgenes en el comienzo de la postura, era, término medio: Diámetro (D) = 8,69 mm; Altura (h) = 3,42 mm.

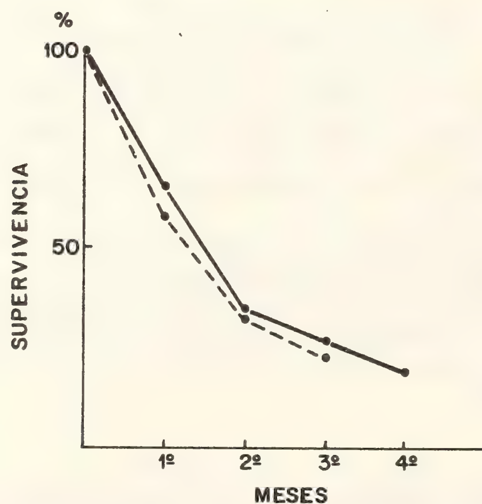


Fig. 1 – Gráficas de las supervivencias de los animales vírgenes
- - - - - *Biomphalaria peregrina*
——— *Biomphalaria tenagophila*

Las cápsulas con huevos fueron colocadas sobre la pared y el fondo de los recipientes, en la proporción: 83,5 % y 16,5 % respectivamente. No se detectó un ritmo regular de postura (Figs. 2 y 3). Se observó que los huevos de las cápsulas puestas en el fondo tardaban más en eclosionar.

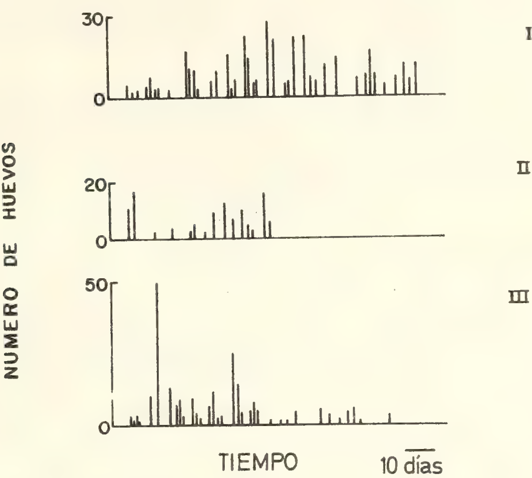


Fig. 2 – Posturas diarias de los especímenes I, II y III de *Biomphalaria peregrina.*

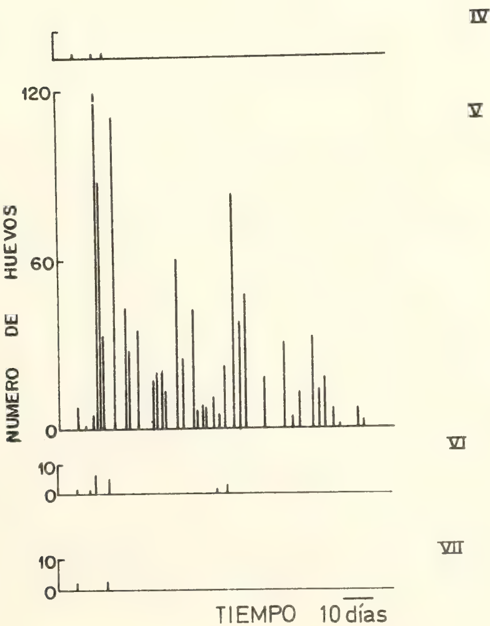


Fig. 3 – Posturas diarias de los especímenes IV, V, VI y VII de *Biomphalaria peregrina*

En el Cuadro Nº 1, para cada individuo en experimentación, se muestran: el número de cápsulas, el total de huevos (fecundidad), el total de huevos viables (fertilidad), el porcentaje de supervivencia de los descendientes, y la infertilidad (porcentajes de huevos no eclosionados y de no embrionados).*

Para cada especimen, en el Cuadro Nº 2 se consignan los tiempos correspondientes a: 1) la vida previa a la primera postura; 2) el período de postura total; 3) la supervivencia después de la última postura.

Todos los caracoles provenientes de los huevos de los autofecundantes, a medida que nacían eran incorporados en un recipiente común de dimensiones adecuadas. Al finalizar el primer mes sobrevivieron 77,7% . Al cuarto mes se acoplaban entre sí y ponían huevos que eclosionaban, constituyéndose una población "normal".

El especimen I puso 89 cápsulas con un total de huevos de 381, de los cuales 269 fueron viables. Las cuatro últimas cápsulas no encerraban huevos. Luego de finalizar su período total de postura, el animal siguió viviendo durante nueve meses al cabo de los cuales fue fijado. Sus dimensiones eran D = 11,8 mm y h = 4,2 mm.

CUADRO Nº 1

	TOTAL DE CAPSULAS	FECUNDIDAD	FERTILIDAD		INFERTILIDAD	
			NUMERO	%	% HUEVOS NO ECLOSIONADOS	% HUEVOS NO EMBRIONADOS
I	89	381	269	70,60	29,13	0,26
II	23	113	87	76,99	23,01	0,00
III	58	218	173	79,36	18,81	1,83
IV	3	3	2	66,66	33,33	0,00
V	76	1062	922	86,82	12,71	0,47
VI	8	14	8	57,14	21,43	21,43
VII	2	3	2	66,66	33,33	0,00

CUADRO Nº 2

	TIEMPO EN DIAS			TAMAÑO			
				1ª POSTURA		MUERTE	
	PRE-POSTURA	POSTURA	POST-POSTURA	D mm	h mm	D mm	h mm
I	90	119	—	7,6	3,2	—	—
II	85	50	4	8,5	3,1	10,0	3,9
III	97	91	142	9,5	3,7	11,5	4,0
IV	97	10	7	6,7	3,4	7,4	3,2
V	98	101	24	10,7	3,8	12,7	3,8
VI	108	52	84	9,5	3,4	12,3	4,1
VII	132	11	16	8,1	3,0	8,8	3,7

* Las figs. 2 y 3 muestran las posturas diarias (número de huevos y ritmo de la postura) de los especímenes.

B.– Experiencia sobre *Biomphalaria tenagophila.*

Los animales aislados fueron 41. El primer mes sobrevivieron 65,8 %; el segundo mes, 43,1 %; el tercer mes, 26,8 %, y el cuarto mes, 19,5 % (Fig. 1). Los sobrevivientes últimos, comenzaron a poner huevos entre los 111 y 138 días de vida, cuando sus dimensiones, término medio, eran: Diámetro (D) = 9,52 mm; Altura (h) = 4,03 mm.

Las localizaciones de las cáptulas sobre el interior del recipiente fueron las mismas que para *B. peregrina,* pero también se encontraban sobre los trozos de lechuga. La proporción fue la siguiente: 86,9 %, 9,7 % y 3,4 % respectivamente. No hubo ritmo regular de postura (Figs. 4, 5 y 6). La eclosión de los huevos contenidos en las cápsulas del fondo fue más tardía.

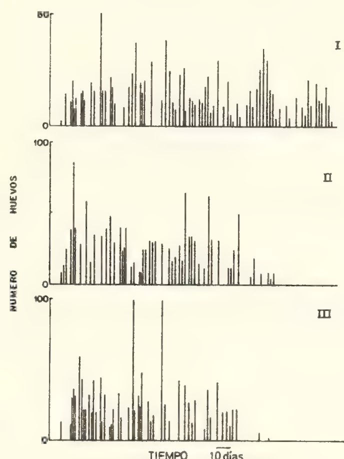


Fig. 4 – Posturas diarias de los especímenes I, II y III de *Biomphalaria tenagophila.*

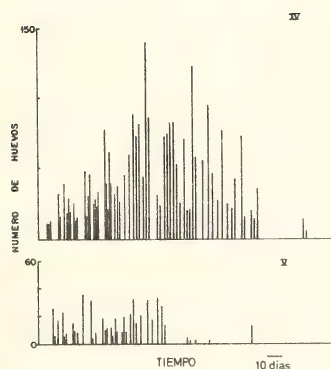


Fig. 5 – Posturas diarias de los especímenes IV y V de *Biomphalaria tenagophila.*

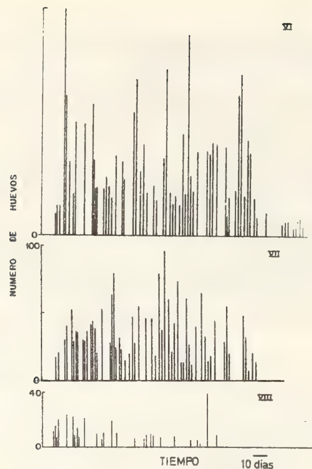


Fig. 6 – Posturas diarias de los especímenes VI, VII y VIII de *Biomphalaria tenagophila.*

Las cantidades como así los porcentajes de cápsulas, huevos y descendientes, se dan en el Cuadro N° 3.*

Los tiempos de las actividades de cada especimen, se exponen en el Cuadro N° 4.

Los primeros descendientes fueron agrupados dentro de un recipiente común. Al finalizar el primer mes sobrevivieron 62,8 %. En el cuarto mes comenzaron a reconstituir una población "normal".

CUADRO Nº 3

	TOTAL DE CAPSULAS	FECUNDIDAD	FERTILIDAD		INFERTILIDAD	
			NUMERO	%	% HUEVOS NO ECLOSIONADOS	% HUEVOS NO EMBRIONADOS
I	156	1763	1398	79,30	20,70	0,00
II	93	1469	1243	84,62	15,32	0,07
III	81	1373	1318	95,99	4,01	0,00
IV	132	2790	2691	96,45	3,55	0,00
V	120	561	504	89,84	7,84	2,32
VI	35	3114	3015	95,90	4,04	0,06
VII	67	2086	2004	96,07	3,02	0,91
VIII	116	298	294	98,66	0,00	1,34

CUADRO Nº 4

	TIEMPO EN DIAS			TAMAÑO			
				1ª POSTURA		MUERTE	
	PRE-POSTURA	POSTURA	POST-POSTURA	D mm	h mm	D mm	h mm
I	118	192	73	9,1	4,0	15,1	5,8
II	111	150	24	7,9	3,3	11,0	5,2
III	118	148	68	10,1	4,6	15,3	6,3
IV	118	187	102	9,7	3,7	15,3	5,6
V	124	141	19	10,5	4,1	14,6	5,3
VI	125	183	56	10,4	4,6	16,2	6,4
VII	126	180	54	9,4	3,7	13,8	5,4
VIII	138	120	14	8,8	3,9	12,8	5,0

* Las figs. 4, 5 y 6 muestran las posturas diarias (número de huevos y ritmo de la postura) de los especímenes.

DISCUSION

En ambas especies, en relación con los animales vírgenes, la mortalidad previa a las primeras posturas es alta: al tercer mes en *B. peregrina,* 77,4 %, y al cuarto mes en *B. tenagophila,* 80,5 %. Con respecto al primer mes de vida, 41,9 %y 34,2 %respectivamente.

La mortalidad de los hijos de los animales autofecundantes, cuando llegaban a su primer mes de vida, fue para *B. peregrina,* 22,3 %, mientras que para *B. tenagophila,* 37,2 %. Para *B. peregrina* se nota una diferencia (19,6 %) entre la mortalidad de los progenitores vírgenes y la de sus descendientes, siendo más alta en los primeros. En cuanto a *B. tenagophila* esa diferencia (3,0 %) puede ser considerada como no significativa.

Las supervivencias en los primeros meses de vida, de los animales vírgenes de ambas especies, son similares (Fig. 1). Por otra parte, en nuestros cultivos normales, iniciados con antecesores salvajes y estabilizados por entrecruzamientos, hemos notado en ambas especies, una llamativa mortandad de jóvenes en sus primeros meses de vida. Es interesante, entonces, realizar un análisis cuantitativo de las poblaciones normales para comparar con lo obtenido en nuestras experiencias, y comprobar si dicha supervivencia se encuentra dentro de los límites de las pertenecientes a las poblaciones normales o si se trata de algo propio de las condiciones de cultivo y del método de experimentación empleado.

En las poblaciones normales se observa una tendencia de los animales, a efectuar la puesta de cápsulas con huevos sobre superficies verticales. Esta propensión se refleja en la mayor proporción de cápsulas colocadas sobre las paredes de los recipientes de experimentación.

El menor tiempo de eclosión de los huevos que pertenecían a cápsulas colocadas en las paredes, –tanto menor cuanto más cerca se encontraban de la superficie libre del agua–, se podría interpretar como el resultado de un gradiente de oxigenación decreciente hacia el fondo del recipiente.

La postura de un caracol vírgen es índice de su actividad gametogénica y de su autofecundación.

Luego del período de postura, cada individuo de ambas especies vivió un tiempo determinado relativamente corto. A excepción del especimen I de *B. peregrina,* el tiempo medio de supervivencia, luego de la última postura, en esta especie fue de 46,17 días, mientras que para los de *B. tenagophila* fue de 51,25 días. La anomalía señalada en el especimen I de *B. peregrina* indicaría un agotamiento de la capacidad de autofecundación independiente de la vida media del individuo. Sería interesante investigar el grado de actividad del ovotestis de ese especimen y de los que puedan asemejársele.

En el Cuadro N° 5 se cotejan nuestras observaciones en *Biomphalaria peregrina* y *Biomphalaria tenagophila* con las efectuadas por otros autores en *Biomphalaria glabrata.*

CUADRO Nº 5

ESPECIES	TEMPERATURA AMBIENTE °C	PRIMERA POSTURA DIAS	RITMO DE LA POSTURA	FECUNDIDAD		FERTILIDAD %	AUTORES
				CAPSULAS %	HUEVOS %		
B. peregrina	22,5 - 27,5	(85 - 132)	IRREGULAR	36,4	256,3	72,03	MORETTO Y NAHABEDIAN
B. tenagophila	22,5 - 27,5	(111 - 138)	IRREGULAR	100,0	1685,5	92,1	MORETTO Y NAHABEDIAN
B. glabrata	25	(46-63)	IRREGULAR	8,1	23,3	82,1	BRUMPT(1941)
B. glabrata	19 - 26	30	IRREGULAR	?	39,05	78,3	PARAENSE(1955)

En las tres especies americanas se observa que no hay un ritmo regular de postura.

El tiempo de aparición de las primeras cápsulas con huevos es menor en *B. glabrata* respecto a las otras especies, y entre éstas el de *B. tenagophila* es mayor.

La fecundidad de los planórbidos bonaerenses es muy superior a la de *B. glabrata*, a temperaturas aproximadas.

En la autofecundación experimental de los *Biomphalaria* americanos, el número de huevos viables es menor en *B. peregirna* y *B. glabrata* respecto a *B. tenagophila*.

Fraga de Azevedo et al. (1959) realizaron con *Biomphalaria glabrata* un tipo particular de experiencia, utilizando la técnica de la ligadura del complejo penial. De algunos datos concernientes a moluscos testigos (sin ligadura), solamente puede ser confrontada la información referente a la fertilidad (94,3 %), constatandose que diverge con la hallada por los otros autores que se ocuparon de esa especie.

CONCLUSIONES

1 – La autofecundación en *Biomphalaria peregrina* y *Biomphalaria tenagophila*, dos especies de planórbidos de los alrededores de Buenos Aires, puede producirse bajo condiciones de laboratorio.

2 – Los individuos de *Biomphalaria peregrina* aislados bajo las mismas condiciones que los de *Biomphalaria tenagophila*, comienzan a poner huevos antes que éstos.

3 – Bajo similares condiciones, la frecuencia de aparición de las cápsulas con huevos (ritmo de postura), en las dos especies varía de individuo a individuo y es irregular.

4 – *Biomphalaria tenagophila* pone más huevos y durante más tiempo que *Biomphalaria peregrina*.

5 – En ambas especies, la autofecundidad varía con los individuos.

6 – La autofecundidad es mayor en *Biomphalaria tenagophila*.

7 – En igualdad de condiciones, *Biomphalaria tenagophila* es más fecunda y más autofecunda que *Biomphalaria peregrina*.

8 – La supervivencia de los individuos pertenecientes a la primera generación descendiente de los autofecundantes de *Biomphalaria peregrina*, al finalizar el mes, es mayor que la de los de *Biomphalaria tenagophila*.

9 – En ambas especies, alrededor del cuarto mes, el conjunto de los descendientes de los autofecundantes se organizan en poblaciones en donde queda restablecida la reproducción normal por entrecruzamiento.

BIBLIOGRAFIA

- Aubry, R., 1955. De la possibilité d'une autofécondation dans l'acinus hermaphrodite de ***Limnaea stagnalis*** adulte. – C.R. Soc. Biol., 149: 390-392.

- Brumpt, M., 1941. Observations biologiques diverses concernant ***Planorbis (Australorbis) glabratus*** hote intermédiaire de ***Schistosoma mansoni.*** – Annales de Parasitologie XVIII, n° 1, 2, 3: 9-45.

- Duncan, C.J., 1975. In "Pulmonates" (V. Fretter and J. Peake) Vol. 1: 309-365. Academic Press, London and New York.

- Fraga de Azevedo, J., M. Da Costa Faro et M. Pequito, 1959. Sur L'autofécondation interne de l'***Australorbis grabratus olivaceus.*** Archs. pot. Sci. biol., 12: 35-44.

- Larambergue, M. de, 1939. Etude de l'autofécondation chez les Gastéropodes pulmonés. Recherches sur l'aphallie et sur la fécondation chez ***Bullinus (Isidora) contortus*** Michaud. Bull. Biol. France et Belgique LXXIII: 19-231.

- Paraense, W.L., 1955. Autofécondation et fécondation croisée chez l'***Australorbis glabratus.*** - Mem. Inst. O. Cruz, 53, (2, 3, 4): 277-291.

METODO ESPECTROFOTOMETRICO INDIRECTO PARA LA DETERMINACION DE CONSTANTES DE ESTABILIDAD

Por

P. H. Tedesco*, L. B. de Cordo* y A. Igea*

RESUMEN

Se propone un nuevo método espectrofotométrico indirecto muy rápido para la determinación de constantes de estabilidad de complejos 1:1. Si las condiciones se eligen adecuadamente el método es aplicable para la determinación de la primera constante de cualquier sistema mononuclear. Se funda en la variación de la transmitancia de un sistema indicador por el agregado de un ión metálico que forma con el ligando del sistema indicador un complejo que no absorbe luz a la longitud de onda que se utiliza.

En este trabajo se ha usado el sistema indicador hierro (III) –tiocianato y el método se ha aplicado a la determinación de la primera constante de estabilidad del sistema uranilo–tiocianato, con excelente resultado.

SUMMARY

A new very rapid indirect spectrophotometric method is proposed for the determination of stability constants of 1:1 complexes. At suitable conditions the method is applicable to the determination of the first stability constant of any mononuclear complex. It is based on the change of the transmitance of an indicator system when a metallic ion which forms non absorbent light complexes with the ligand is added.

In this work the system iron (III)- tyocinate has been used as indicator and the method has been applied very successfully to the determination of the first stability constant of the uranyl-tyocianate system.

INTRODUCCION

Existen numerosos métodos competitivos para la determinación de constantes de estabilidad de complejos[1]. Todos ellos se basan en el efecto que sobre una señal potenciométrica, polarográfica o espectrofotométrica, producida por el sistema indicador B' A tiene el agregado del ión metálico B, la estabilidad de cuyos complejos con el ligando A se quiere determinar. En todos los casos es encesario calcular el número ligando $\overline{n}'$ del sistema indicador (concentración de ligando combinado/concentración total del metal) en función de la concentración de ligando libre y de allí deducir el número ligando $\overline{n}$ del sistema en estudio a cada concentración. En conocimiento de $\overline{n}(a)$ se pueden calcular las constantes de estabilidad del sistema BA_n por métodos gráficos y/o numéricos.

*Cátedra de Introducción a la Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, 1900 - La Plata.

En este trabajo se plantea la posibilidad de determinar la constante de estabilidad de un sistema 1:1 o la primer constante de cualquier sistema mononuclear BA_n mediante un método espectrofotométrico muy rápido que consiste en lo siguiente: el sistema indicador $B'A_n$ absorbe luz a determinada longitud de onda de manera proporcional al grado de complejación; si se agrega un ión metálico B cualquiera que forma con A un sistema que no absorbe luz a esa longitud de onda, se produce una variación de la transmitancia de la solución que debe ser proporcional al grado en que B se compleja con A. Si se forma de manera excluyente sólo el primer complejo BA, la variación de la transmitancia debe ser proporcional a su constante de estabilidad, de manera que es previsible encontrar una relación entre la transmitancia del sistema indicador y las constantes de estabilidad de los sistemas estudiados, eligiendo las condiciones para que sólo se forme en cantidad apreciable el primer complejo de cada sistema.

En conocimiento de la función T % ($\log \beta_1$) (% de transmitancia contra logaritmo de la constante de estabilidad) puede obtenerse la constante de cualquier sistema de ese ligando mediante una sola medición espectrofotométrica.

Para probar lo anterior se ha elegido el sistema indicador hierro (III)-tiocianato que a 460 nm y una concentración definida del catión férrico tiene una transmitancia que depende de la concentración de tiocianato. La variación de esa transmitancia fue medida en presencia de una concentración definida de varios iones metálicos, a saber: plomo (II), cobalto (II), cinc (II), torio (IV), níquel (II), cadmio (II) y cobre (II), a pH y fuerza iónica constantes, esta última regulada por el agregado de ácido perclórico. Se determinaron asimismo las primeras constantes de estabilidad de los sistemas formados por esos iones metálicos con el ión tiocianato. Los métodos utilizados se indican más abajo.

La relación entre la transmitancia y el log β_1 fue aplicada a la obtención de este último para el sistema uranilo-tiocianato mediante una medición óptica. El valor hallado fue contrastado por el obtenido por el método espectrofotométrico de las soluciones correspondientes.

Fundamento y cálculos de los métodos utilizados para determinar las constantes de estabilidad

Este tema ha sido tratado en detalle en trabajos anteriores (3, 4, 5); no obstante se indica a continuación en forma breve la fundamentación y las ecuaciones utilizadas en cada método.

Método polarográfico directo. – La variación del potencial de media onda de un ión metálico B que se reduce reversiblemente en el electrodo gotero de mercurio, por el agregado de un ligando A está vinculada a las constantes de estabilidad del sistema BA_n por la ecuación (2)

$$F_0 = \exp \left[\frac{n G}{RT} \Delta E_{1/2} \right] \frac{I_s}{I_c} = 1 + \beta_1 a + \beta_2 a^2 + \ldots.$$

$$F_1 = \frac{F_0 - 1}{a} = \beta_1 + \beta_2 a + \ldots.$$

Donde $\Delta E_{1/2}$ es la variación del potencial de media onda, I_S e I_C son las corrientes de difusión para el ión metálico no complejado y complejado, respectivamente; n, F, R y T tienen

el mismo significado que en la ecuación de Nernst y a es la concentración de ligando libre.

β_1 se puede obtener por métodos gráficos o numéricos.

Método polarográfico indirecto. – Si el ión metálico B no se reduce reversiblemente, se puede aplicar el método polarográfico indirecto siempre que el ión indicador B' a utilizar se reduzca a un potencial mucho más positivo que B. Si al sistema B' A se le agrega el ión B se produce un desplazamiento del potencial de media onda a valores más positivos y ese desplazamiento es proporcional al grado en que B se asocie con A. Se puede demostrar que si B' es un ión divalente es (3)

$$\bar{n}_{B'} = \frac{d\,\Delta E_{1/2}}{d \log a_0\ \hbar} \cdot \frac{1}{0{,}02958}$$

donde $\bar{n}_{B'}$ es el número ligando del sistema B' A, a_0 es la concentración de ligando libre sobre la superficie del electrodo, $\Delta E_{1/2}$ es la variación del potencial de media onda con respecto a la solución de B' sin ligando. Si se mide $E_{1/2}$ a varias concentraciones de ligando C_A (concentraciones totales) es posible obtener $\bar{n}_{B'}$ como función de a_0 como primera aproximación y luego con los valorespreliminares de $\bar{n}_{B'}$ calcular a_0 con la ecuación

$$a_0 = C_A - \bar{n}_{B'} \frac{C_{B'}}{2}$$

Luego, por aproximaciones sucesivas se obtiene $\bar{n}_{B'}(a_0)$ y al mismo tiempo $a_0\ (\Delta E_{1/2})$. Cuando se agrega B al medio el número ligando del sistema BA será

$$\bar{n}_B = \frac{C_A - a_0 - \bar{n}_{B'} C_{B\,1/2}}{C_B}$$

donde C_A, $C_{B'}$ y C_B son valores conocidos y a_0 y $\bar{n}_B$ se obtienen en función del valor de $\Delta E_{1/2}$ que se mide. Luego, en conocimiento de $\bar{n}_B\ (a_0)$ se puede calcular por resolución gráfica o numérica de la función

$$F_1 = \frac{\bar{n}_B}{(1 - \bar{n}_B)\, a_0} = \beta_1 + \beta_2 \frac{2 - \bar{n}_B}{1 - \bar{n}_B} a_0 + \sum_3^N \frac{n - \bar{n}_B}{1 - \bar{n}_B} \beta_n\, a_0^{n-1}$$

Método de solubilidad. – Cuando una sal poco soluble de un ión metálico B con un ligando L se equilibra a una determinada temperatura con varias soluciones de concentraciones crecientes de un ligando A a fuerza iónica constante, se cumple (4)

$$K_{p_s} = b \cdot \ell$$

$$B\ b = \sum_0^N \beta_n a^n \therefore b = \frac{B}{\sum_0^N \beta_n\ a^n}$$

donde K_{p_s} es la constante del producto de solubilidad, b es la concentración del ión metálico libre, C_B es la concentración total del ión metálico, ℓ es la concentración del ligando L li-

bre, a es la concentración del ligando libre A y β_n son las constantes de estabilidad estequiométricas del sistema BA. De las ecuaciones anteriores resulta

$$\sum_{0}^{N} \beta_n a^n = \frac{B^2}{K_{p_s}} = 1 + \beta_1 a + \beta_2 a^2 + \ldots + \beta_n a^n \text{ (si b = } \ell)$$

$$G_1 = \frac{B^2/K_{p_s} - 1}{a} = \beta_1 + \beta_2 a + \ldots + \beta_n a^{n-1}$$

$$G_t = \beta_t + \beta_{t+1} a + \ldots + \beta_n a^{n-t}$$

G_t (a) para a → 0 es una línea recta con β_t como intersección y β_{t+1} como pendiente. Estas ecuaciones también se pueden resolver numéricamente.

Método espectrofotométrico de las soluciones correspondientes. – Se llaman soluciones correspondientes de un sistema dado a las que con distintas concentraciones de ión central y de ligando tienen la misma concentración de ligando libre y, por lo tanto, el mismo número ligando.

La prueba de la correspondiencia de dos soluciones puede obtenerse a partir de la identidad de una propiedad que sea función de la concentración de ligando libre, por ejemplo la absortividad molar aparente a cualquier longitud de onda. Si llamamos C_B y C'_B a las concentraciones totales del mismo ión metálico en dos soluciones en las cuales las concentraciones totales de ligando sean C_A y C'_A respectivamente con la misma concentración de ligando libre, se cumple (5)

$$\bar{n} = \frac{C_A - a}{C_B} = \frac{C'_A - a}{C'_B}$$

de donde se deriva que

$$\bar{n} = \frac{C_A - C'_A}{C_B - C'_B}$$

$$a = \frac{C_B C'_A - C'_B C_A}{C_B - C'_B}$$

De modo que si se mide la absortividad molar aparente ϵ' de dos series de soluciones con concentraciones del ión metálico C_B y C'_B a concentraciones crecientes de A se pueden obtener dos curvas y de ellas pares de puntos correspondientes a iguales valores de ϵ' con los cuales se obtienen los valores de $\bar{n}$ y a según las ecuaciones anteriores. La función $\bar{n}$ (a) nos permite obtener las β_n del sistema utilizando la ecuación indicada en el método polarográfico indirecto.

PARTE EXPERIMENTAL

Se preparó una solución de hierro (III) a la concentración de 1 × 10^{-3} M y de tiocianato 4 × 10^{-4} M a pH 1,5 y fuerza iónica 2,0. Asimismo se preparó una serie de soluciones con la misma composición anterior pero a las que se había agregado respectivamente cada

uno de los iones metálicos ya indicados a la concentración 10^{-1} M. En todos los casos se midió la transmitancia de estas soluciones a 460 nm utilizando celdas de cuarzo de 1 cm de paso óptico y un espectrofotómetro Beckman DBG a la temperatura controlada de 25 ± ± 0,5 °C.

Se determinaron las primeras constantes de estabilidad de todos los sistemas, utilizando para los complejos de cadmio, plomo, cinc y torio el método polarográfico, para los sistemas de cobalto, níquel, cobre y torio el método de solubilidad y para el sistema uranilo-tiocianato –sistema utilizado como prueba– el método espectrofotométrico de las soluciones correspondientes.

Método polarográfico. – Para los sistemas cadmio (II)-tiocianato y plomo (II)-tiocianato se usó el método polarográfico directo y para los sistemas cinc(II)-tiocianato y torio (IV)-tiocianato, el método indirecto. En el primer caso se prepararon soluciones con concentración del ión metálico 10^{-3}M, pH 1,5 y fuerza iónica 2,0 en medio perclorato con concentraciones de tiocianato desde 0 hasta 10^{-1} M. Se midieron los potenciales de media onda con un Polarógrafo Sargent modelo III conjuntamente con un potenciómetro Leeds & Northrup apto para medir potenciales al 0,1 milivolt.

En el procedimiento indirecto se utilizó como ión indicador el cadmio (II). Se midieron los potenciales de media onda de dos series de soluciones con concentración de cadmio (II) 10^{-3}M, concentraciones crecientes de tiocianato desde 0 hasta 10^{-1} M y concentración del ión metálico 10^{-1}M. Las medidas se hicieron a 25 ± 0,1 °C con control termostático. En cuanto a la celda y otros detalles experimentales del método, son los mismos que los indicados en un trabajo anterior (2).

Método espectrofotométrico de las soluciones correspondientes – Este método fue aplicado al sistema uranilo-tiocianato. Se prepararon dos series de soluciones a pH 1,5 y fuerza iónica 2,0 en medio perclorato con concentraciones de uranilo de 3×10^{-2} y 3×10^{-3} M respectivamente, en ambas series con tiocianato a concentraciones crecientes de 10^{-3} hasta 10^{-2}M. Se determinó la transmitancia de estas soluciones a 460 nm utilizando celdas de cuarzo de 1 cm y el espectrofotómetro Beckman DBG.

Método de solubilidad. – Se prepararon los oxalatos sólidos de cobalto, níquel, cinc y torio, utilizando los nitratos metálicos y oxalatos de sodio. Los oxalatos se lavaron y se secaron. El análisis mostró una relación 1:1 salvo para el torio-oxalato que fue de 1:2.

Se prepararon series de soluciones con concentraciones crecientes de tiocianato hasta cerca de 1 M a pH 1,5 y fuerza iónica 2,0 y se pusieron en contacto con los oxalatos metálicos en recipientes cerrados manteniendo una constante agitación en un termostato a 25 ± ± 0,2 °C durante siete días (tiempo más que suficiente para alcanzar el equilibrio, según ensayos previos). Luego las soluciones se filtraron y se determinó la concentración de ión metálico por titulación con EDTA utilizando 1-(2-piridilazo)-2-naftol (PAN).

La determinación de la constante de estabilidad del sistema torio-tiocianato fue efectuada por los dos métodos a fin de comprobar la validez de los resultados obtenidos con cualquiera de ellos.

TABLA 1

Método de solubilidad

Sistema Cobre-tiocianato $K_{ps} = 1,15 \times 10^{-7}$			Sistema cobalto(II)-tiocianato $K_{ps} = 8,8 \times 10^{-8}$		
$SCN \times 10^{-1}$ M	$C_{CU(II)} \times 10^{-3}$ M	G_1	$SCN \times 10^{-1}$ M	$C_{Co(II)} \times 10^{-3}$ M	G_1
1,0	0,83	49,1	0,8	0,47	18,9
1,3	0,93	50,0	2,0	0,74	26,9
1,5	1,02	54,9	3,0	1,0	34,9
2,0	1,16	54,1	4,0	1,5	50,2
2,52,5	1,30	55,0	4,5	1,4	51,0
3,0	1,44	57,8	5,0	1,6	58,0
3,5	4,88	59,0	6,0	1,8	59,0
			6,5	1,9	63,5
			7,0	2,1	71,0

Sistema níquel (II)-tiocianato $K_{ps} = 9 \times 10^{-8}$			Sistema torio (IV)-tiocianato $K_{ps} = 9,2 \times 10^{-2}$		
$SCN \times 10^{-1}$ M	$C_{Ni(II)} \times 10^{-3}$ M	G_1	$SCN \times 10^{-1}$ M	$C_{Th(IV)} \times 10^{-1}$ M	G_1
1,0	0,52	20,0	1,5	0,53	13,9
1,5	0,61	21,0	2,0	0,55	11,6
3,0	0,86	24,0	3,0	0,59	9,3
3,5	1,0	25,4	4,0	0,76	13,0
5,0	1,2	32,2	5,0	0,83	12,9
6,0	1,5	38,0	6,0	0,92	13,7
7,0	1,5	36,1	7,0	2,9	12,0
8,0	1,7	39,9	8,0	3,1	12,0
8,5	1,8	40,0			

TABLA 2

Método polarográfico directo

Sistema cadmio(II) - tiocianato				Sistema plomo (II) - tiocianato			
$[SCN^-] \times 10^{-3}$ M	$\Delta E_{1/2}$ mV	I	F_0	$[SCN^-] \times 10^{-3}$ M	$\Delta E_{1/2}$ mV	I	F_0
0	–	11,5	1,00	0	–	12,5	1,00
1	0,7	17,5	1,02	10	1,1	12,8	1,10
2	1,1	11,5	1,04	15	1,7	12,8	1,15
3	1,3	11,5	1,07	20	2,2	12,7	1,20
4	1,7	11,5	1,11	30	3,3	12,7	1,28
6	2,3	11,5	1,14	40	4,2	12,7	1,37
8	2,9	11,4	1,20	50	5,0	12,7	1,46
10	3,5	11,4	1,24	60	5,7	12,6	1,55
15	4,6	11,4	1,36	65	6,1	12,6	1,60
20	5,6	11,4	1,48	20	6,4	12,6	1,64
30	7,3	11,4	1,74	75	6,8	12,6	1,68
40	8,9	11,4	2,00	80	7,1	12,5	1,74
50	10,5	11,4	2,78	85	6,3	12,5	1,78
60	12,0	11,3	2,58	90	7,6	12,5	1,82
70	13,4	11,3	2,90	95	7,8	12,5	1,86
80	14,9	11,3	3,24	100	8,2	12,4	1,90
90	16,2	11,3	3,60	105	8,4	12,4	1,95
100	17,6	11,3	4,00				

TABLA Nº 3

Método polarográfico indirecto

Sistema cinc (II) – tiocianato						
C_A M	$a_o \times 10^{-2}$ M	$\Delta E_{\frac{1}{2}}$ Cd mV	$\Delta E_{\frac{1}{2}}$Cd-Zn mV	n_{Cd}	n_{Zn}	F_1
0,05	0,65	10,4	9,1	0,750	0,144	25,8
0,10	0,95	19,0	14,2	0,998	0,253	35,7
0,15	2,6	25,0	19,3	1,060	0,291	13,6
0,20	3,4	29,9	25,8	1,530	0,348	15,7
0,25	4,6	34,3	31,2	1,720	0,399	14,4
0,30	5,3	38,5	35,0	1,910	0,435	14,5
0,35	5,9	42,1	38,6	2,010	0,480	15,6
0,40	6,3	45,6	42,3	2,190	0,521	17,3
0,45	7,4	49,2	46,1	2,250	0,580	18,7
0,50	8,4	52,4	46,9	2,310	0,612	18,8
0,55	10,3	55,3	50,8	2,440	0,700	22,6
0,60	12,3	58,0	52,6	2,500	0,750	24,4
0,65	13,3	60,3	54,9	2,580	0,798	29,7
0,70	17,4	62,4	59,9	2,690	0,834	28,9
0,80	23,0	66,6	61,2	2,810	0,888	34,5
0,90	35,2	70,6	64,6	2,990	0,927	36,1
1,0	42,7	74,4	69,7	3,120	0,998	–––

TABLA 4

Método polarográfico indirecto

Sistema torio (IV) – tiocianato

C_A M	$a_0 \times 10^{-2}$ M	$\Delta E_{1/2}$ Cd mV	$\Delta E_{1/2}$ Cd-Th mV	n_{Cd}	n_{Th}	F_1
0,05	0,8	10,4	8,6	0,670	0,266	45,3
0,10	1,1	19,0	16,5	1,02	0,261	32,2
0,15	2,8	25,0	22,1	1,28	0,284	22,1
0,20	3,5	29,9	26,4	1,50	0,373	17,0
0,25	4,1	34,3	30,4	1,68	0,344	12,8
0,30	4,6	38,5	34,3	1,83	0,381	13,4
0,35	5,2	42,1	38,0	1,95	0,226	14,3
0,40	5,8	45,6	41,3	2,07	0,473	15,5
0,45	6,5	49,2	44,0	2,17	0,511	16,1
0,50	7,5	52,4	46,6	2,26	0,598	19,9
0,55	8,6	55,3	49,1	2,35	0,650	21,5
0,60	10,2	58,0	51,5	2,43	0,709	24,0
0,65	12,6	60,3	53,8	2,50	0,760	25,2
0,70	15,0	62,4	56,0	2,57	0,800	26,7
0,80	17,5	66,6	60,1	2,71	0,828	27,5
0,90	22,5	70,6	64,0	2,82	0,878	32,0
1,0	36,5	74,4	67,6	2,92	0,932	38,0

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se indican los resultados experimentales del método de solubilidad aplicados a los sistemas de cobre(II), níquel (II), cobalto(II) y torio(IV) y en las tablas 2, 3 y 4 los datos de los métodos polarográficos aplicados a los sistemas de cadmio (II), plomo (II), cinc(II) y otrio (IV). Para ahorrar espacio no se indican los gráficos de todas las funciones calculadas pero el lector interesado puede obtenerlos en base a los datos experimentales dados.

El resultado obtenido para el sistema torio-tiorianato con respecto a β_1 fue de 11,3 por el método polarográfico y de 12,5 por el método de solubilidad, lo que representa una concordancia muy satisfactoria y ratifica la validez de estos métodos.

En la tabla 5 se indican los valores de β_1 y de log β_1 calculados con los datos experimentales; esos valores se obtuvieron mediante la aplicación de métodos gráficos de cálculo y los errores indicados corresponden a las variaciones estimadas de las funciones correspondientes; la validez de este procedimiento en comparación con el método numérico ya lo hemos discutido en un trabajo anterior (6).

TABLA 5

Constantes de estabilidad experimentales de los tiocianatos metálicos estudiados.

Sistema	β_1	$\log \beta_1$	Método
Cu (II) - tiocianato	46,5 ± 1	1,67	Solubilidad
Co (II) - tiocianato	11,0 ± 1	1,04	Solubilidad
Ni (II) - tiocianato	17,2 ± 1	1,23	Solubilidad
Th (II) - tiocianato	12,5 ± 1	1,10	Solubilidad
Th (II) - tiocianato	11,3 ± 1	1,05	Polarográfico indirecto
Cd (II) - tiocianato	23,5 ± 2	1,37	Polarográfico.
Pb (II) - tiocianato	9,3 ± 1	0,97	Polarográfico
Zn (II) - tiocianato	12,2 ± 1	1,09	Polarográfico indirecto
UO_2 (II) - tiocianato	11,0 ± 1	1,04	Solución correspond.

En la figura 1 se representa T % (porcentaje de transmitancia), obtenido como se indica en la parte experimental, en función de log β_1. Segun se observa, a pesar de la inexplicada defección del sistema cobalto-tiocianato, se obtiene una excelente línea recta. Con propósitos comparativos se representa en la figura 2 la misma función utilizando los valores de log β_1 que figuran en la bibliografía (1). Debe advertirse, sin embargo, que esos valores no fueron obtenidos en todos los casos en iguales condiciones de medio y fuerza iónica, por lo que no son estrictamente comparables. Puede observarse que la línea recta en este caso no está bien definida y los valores experimentales obtenidos en este trabajo para las constantes de los sistemas de tiocianato con plomo (II), cinc(II) y uranilo (II) difieren apreciablemente de esa recta. De cualquier modo, los valores que surgen de la recta de referencia en base a los datos de la transmitancia no difieren de los datos experimentales en más de 0,2 unidades en el log β_1 como se observa en la figura 2. Por lo tanto, la recta de referencia bien puede usarse como una primera aproximación de la constante de estabilidad de un complejo 1:1.

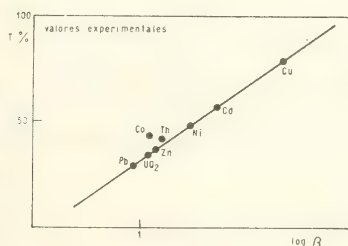


FIG. 1

Porcentaje de transmitancia en función de los valores experimentales hallados para log β.

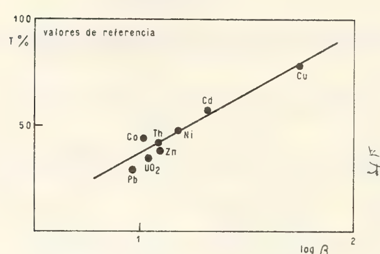


FIG. 2
Porcentaje de transmitancia en función de los valores teóricos (de la bibliografía) de log β.

En cuanto a la recta experimental fue probada para el sistema uranilo-tiocianato para el cual el valor de la primera constante según bibliografía (1) difiere de manera substancial con el que puede predecirse a partir de la transmitancia del sistema uranilo (II) - hierro (III)-tiocianato. El valor experimental hallado en este trabajo por el método de las soluciones correspondientes $-1{,}04$ para log β_1 – coincide exactamente con el sugerido por la recta experimental, lo cual al mismo tiempo ratifica la validez del uso de la recta para obtener constantes de estabilidad con gran precisión así como del resultado experimental obtenido por el método indicado. Por lo dicho se ha considerado de interés representar las curvas experimentales de la absortividad molar aparente de este sistema (fig. 3) así como la curva de refinación de la función $\bar{n}$ (a) dela cual se obtuvieron los datos para calcular β_1 según la ecuación indicada en el método polarográfico (fig. 4).

CONCLUSIONES

1) Se propone un nuevo método espectrofotométrico indirecto muy rápido y exacto para la determinación de la constante de estabilidad de un sistema 1:1.

2) El sistema indicador debe ser tan sensible como para que, con bajas concentraciones de ligando, se obtenga una transmitancia lo suficientemente baja a fin de obtener un amplio intervalo de variación. Por otra parte, si la concentración de ligando es baja, se puede lograr más facilmente sin problemas de solubilidad una alta relación de concentraciones de ión metálico a ligando que asegure la formación excluyente del complejo 1:1.

3) El sistema complejo a estudiar no debe absorber a la longitud de onda utilizada.

4) Las condiciones experimentales deben ser estrictamente las mismas para que los resultados sean comparables.

5) Los excelentes resultados obtenidos, principalmente la casi perfecta linealidad entre la transmitancia y el log β_1, sugieren la extensión del principio utilizado a cualquier respuesta experimental que sea función del grado de complejación, como por ejemplo las señales potenciométricas y polarográficas.

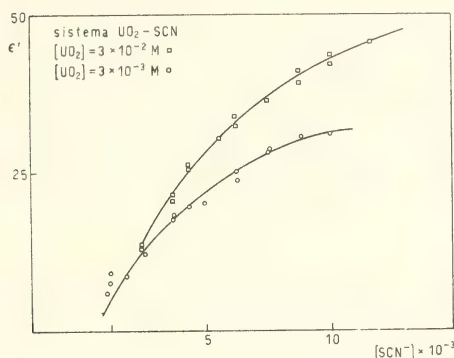


FIG. 3

Absortividad molar aparente del sistema uranilo-tiocianato en función de la concentración de tiocianato a dos valores de la concentración de uranilo.

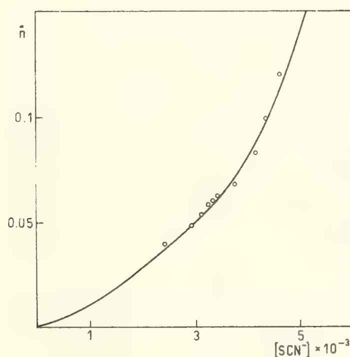


FIG. 4

Curva de refinación de los valores de $\bar{n}$ para el sistema uranilo-tiocianato.

BIBLIOGRAFIA

(1) A. E. Martell and I. G. Sillén, Stability Constants, The Chemical Society, London (1964).

(2) D. D. DeFord and D. N. Hume, J. Am. Chem. Soc., 83, 4699 (1961).

(3) P. H. Tedesco and V. B. de Rumi, J. of Inorg. and Nucl. Chem., 33, 969 (1971).

(4) P. H. Tedesco and V. B. de Rumi, J. of Inorg. and Nucl. Chem., 33, 3833 (1971).

(5) P. H. Tedesco, V. B. de Rumi and J. A. González Quintana, J. of Inorg. and Nucl. Chem., 33, 3839 (1971).

(6) P. H. Tedesco, V. B. de Rumi and J. A. González Quintana, J. of Inorg. and Nucl. Chem., 35, 285 (1973).

MOLUSCOS TOXICOS, DINOFLAGELADOS Y AGUAS ROJAS ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

por Enrique Balech.

Estación Hidrobiológica de Pto. Quequén.

Resumen: Se historia someramente la evolución del conocimiento de los dinoflagelados tóxicos, los más importantes de los cuales producen una neurotoxina de elevadísima toxicidad para el hombre que generalmente actúa sobre éste a través de los moluscos. También las primeras comprobaciones, todas de la década actual, de la existencia de toxina paralizante de moluscos (TPM) en la Argentina y la subsiguiente determinación de los dinoflagelados productores de la misma, del género **Alexandrium (ex Gonyaulax, partim).** El autor menciona 10 géneros de dinoflagelados con especies tóxicas de las que da, para cada uno de ellos, la lista de las identificadas como tales. Por primera vez se registran cuatro tóxicas en el Atlántico sudoccidental.

Resume los descubrimientos más importantes efectuados en los últimos 10 años en relación con las TPM (hasta ahora 12 determinadas) sus particularidades y transformaciones, y sobre las variaciones de toxicidad experimentadas tanto en los dinoflagelados como en los transvectores (generalmente moluscos bivalvos) por acción de diversos factores.

El autor puntualiza las principales deficiencias de nuestras investigaciones, la incoordinación de las mismas y destaca la necesidad de asegurar la detección de rápidos cambios en las condiciones hidrológicas de nuestro mar, para lo que propone el patrullaje con aviones dotados de sensores infrarrojos de alta sensibilidad. Propone además una serie de líneas de investigación, entre ellas el estudio de la probable creación de inmunidad y la de la acción bacteriana en la elaboración de toxina por los dinoflagelados.

Abstract: Toxic molluscs, dinoglagellates, and red waters. An actualization of knowledge.

The evolution of the knowledge of toxic dinoflagellates is briefly presented. The most important toxins produced are those collectively named paralytic shellfish poison or PSP (in Spanish TPM) generally conveyed to the humanbeings by bivalve molluscs. A dozen of those toxins with different potentialities have been identified. Besides **Alexandrium (Gonyaulax, partim)** which is the most important producer of PSP, other 10 genera are known to have toxic species. The existence of PSP in Argentina has been proved in 1980. Four species of dangerous dinoflagellates thrive in the South West Atlantic.

The last discoveries on transformations of the toxins, either in the dinoflagellates or in the transvectors, and on their specific toxic potential, are summarized.

The author proposes several paths of researches and the implementation of the detection of rapid oceanographic changes, and a better co-ordination of studies.

En la primavera de 1980 murieron dos tripulantes del pesquero argentino " Constanza", aproximadamente media hora después de haber comido mejillones que acababan de extraer frente a Peninsula Valdés, de un banco relativamente profundo, alejado de la costa y hasta entonces desconocido.

Esa fue la primera manifestación comprobada en el país de un fenómeno bien conocido en otros. Los indios de Norteamérica lo conocían antes de la llegada de los españoles y el capitán Vancouver describió las consecuencias del consumo de moluscos tóxicos del oeste canadiense. En Europa la intoxicación por moluscos es conocida seguramente desde hace mucho tiempo y ciertas creencias al respecto se transmitían popularmente de generación en generación pero la referencia concreta, médica, más antigua que conozco, es un artículo del prof. Frederic Thomas, de la universidad de Gantes, publicado en 1850 en una revista francesa de medicina legal.

Aunque desde hace siglos se sabe que los moluscos bivalvos, especialmente los mejillones, en ciertos momentos y lugares pueden hacerse tóxicos y hasta letales para el hombre, tiene menos de medio siglo el conocimiento de la relación de esa toxicidad con elementos del plancton, con algunos pequeños dinoflagelados (organismos unicelulares). Antes se creía que la toxina era producida por los moluscos mismos y de ahí el nombre de mytilotoxina o "veneno de mejillones" con que se designó lo que ahora se conoce como toxina paralizante de moluscos (TPM). En muchos litorales del mundo se registra la intoxicación por moluscos; es frecuente en ambas costas de Norteamérica, especialmente en las del norte (norte de Estados Unidos, Canada y Alaska) en la región del Caribe, en varios países de Europa occidental y en Gran Bretaña, en Japón, Corea, Sudáfrica, Papua, Nueva Guinea, Filipinas y, desde hace varios años, sur de Chile. Acaba de comprobarse toxicidad en moluscos del Uruguay.

Esos plancteres tóxicos que, ingeridos por los moluscos, hacen tóxicos a éstos, a veces se encuentran en suspensión en el mar en cantidades tan grandes que producen discoloraciones (= cambio de color) del agua. Hay que aclarar, sin embargo, que ni todas las discoloraciones o alocoloraciones son rojas (si lo son se llaman hemotalasias o aguas rojas; debe desecharse el nombre tan impropio de "mareas rojas") ni todas son tóxicas; en verdad la mayor parte no lo son. Por otra parte aunque una discoloración, en particular una hemotalasia, advierte sobre concentraciones grandes de plancton, generalmente fitoplancton que **puede ser tóxico**, la toxicidad puede presentarse sin esa conveniente señal roja de peligro. De modo que, para prevenir accidentes sólo resulta eficaz hacer frecuentes controles de toxina en moluscos bivalvos y frecuentes muestreos y exámenes de plancton recogido con red de malla muy fina (de ser posible de no más de 25 μ. de abertura de malla). Del punto de vista de la preservación de la salud la primera medida es esencial.

No voy a detallar la evolución de los conocimientos fundamentales sobre este fenómeno y de las investigaciones que llevaron al convencimiento que la TPM es elaborada por dinoflagelados. Pero los hitos fundamentales son: para el litoral Pacífico norteamericano frío Sommer **et al** (1937) demostraron que el productor de la toxina es un dinoflagelado descrito un año antes por Whedon y Kofoid bajo el nombre de **Gonyaulax catenella.** En 1949 Rigel y otros obtuvieron un concentrado de TPM. El mismo año Needler confirmó que la toxicidad en el golfo de Maine (Atlántico) era producida por

otra especie del mismo género, entonces identificada como **G.tamarensis.** Schantz y otros (1957) aislaron la toxina. Schantz, Rapoport y otros determinaron mejor en una serie de estudios, su fórmula y estructura molecular y llamaron a la toxina **saxitoxina** (nombre derivado del de la almeja **Saxidomus,** de la que la extrajeron).

Estos descubrimientos atrajeron a numerosos investigadores que estudiaron y estudian diversos aspectos relacionados con los moluscos y dinoflagelados tóxicos, como velocidad de toxificación y detoxificación de aquellos aspectos médicos y preventivos, biología de los dinoflagelados química de las toxinas, etc. Pronto se demostró que, además de la saxitoxina se podían caracterizar otras TPM estructuralmente parecidas y de acción semejante a la de aquella, pero de distintas potencialidades tóxicas y, además, que algunos dinoflagelados producían toxinas de acción diferente.

Entre éstas destacó la **venerupina**, de período de incubación más largo (1 - 2 días en el hombre) y de diferente sintomatología, pues predominan trastornos gastrointestinales, hematomas subcutáneos, hemorragias nasales y bucales, halitosis. Sólo conocida en Japón con varios episodios muy separados en el tiempo (el último de 1950). Produjo 542 intoxicaciones con 185 casos fatales. Se sospecha de dos o tres especies de dinoflagelados como productores de la toxina.

Ciguatera es el nombre conque se conoce la intoxicación producida por ciertos peces y gastrópodos de agua cálida. Sus síntomas son mezcla de neurológicos y digestivos. Rara vez produce muertes humanas pero sí trastornos muy serios y de lenta recuperación de varios meses en casos graves. Esos animales se hacen tóxicos al ingerir ciertos microorganismos. En realidad la ciguatera es un complejo patológico en el que intervienen por lo menos tres toxinas distintas. Los estudios señalan a un dinoflagelado bentónico, **Gambierdiscus toxicus,** descubierto hace poco por los japoneses, como productor de uno de esas toxinas, la **ciguaterina** o **ciguatoxina.**

Hay productores de sustancias cuya acción deletérea principal se ejerce en los poiquilotermos y a veces producen verdaderas hecatombes en peces y diversos invertebrados. Uno de los productores de estas ictiotoxinas es un dinoflagelado muy frecuente en el golfo de México, sobre todo en las costas de Florida: el **Gymnodinium breve**, que atrajo a varios investigadores norteamericanos, entre los que destaco a Steidinger quien hizo sobre él estudios importantes. Como en otros productores de ictiotoxinas, **G. breve** produce también toxinas, incluso del tipo TPM, que afectan al hombre, hasta en forma directa, por microgotas que, en localidades costeras se aspiran con el aire durante las frecuentes hemotalasias de este dinoflagelado.

DINOFLAGELADOS TOXICOS

Desde luego que el calificativo de tóxico es relativo, pues cualquier sustancia, según la dosis y vía de administración, puede ser nocivo para algún organismo. Aclaro entonces que me refiero a nocivo para vertebrados e invertebrados macroscópicos, especialmente mariscos, sin importarnos sus efectos en otros microorganismos y en vegetales de cualquier tipo, y a sustancias que consumidas en cantidades muy pequeñas (menos de 1mg/kg de peso corporal) producen efectos visiblemente perniciosos.

Respecto a los dinoflagelados hay muchos datos que expurgar y no pocas determinaciones específicas dudosas y hasta evidentemente erróneas; una de éstas hizo incluir a **Gonyaulax polvedra** en el grupo de las especies tóxicas. La simultaneidad de abundancia de algunas especies con un episodio tóxico ha llevado a calificarlas, sin más, como peligrosas, pero a veces estudios más estrictos obligaron a desechar esa calificación. Por ejemplo, en Sudáfrica, durante un período de TPM, se culpó a **Gonyaulax grindleyi**, muy abundante en ese momento (también puede serlo en Patagonia); experiencias ulteriores que trataron de determinar toxicidad en ese dinoflagelado dieron resultado negativo; aunque en aquella ocasión se había encontrado, cerca, cierta cantidad de **Alexandrium catenella**, se creyó que su pequeña concentración en el plancton no permitía responsabilizarlo a pesar de su reconocida toxicidad.

Los autores no tuvieron en cuenta la opinión de Schantz de que bastan 200 células de "Gonyaulax catenella"/litro de agua para que los mejillones se hagan tóxicos para el hombre; el mismo investigador estimó que 0,5 mg de toxina, aproximadamente 3.000 UR (unidades ratón) por vía oral, pueden intoxicar una persona. Esta cantidad de toxina parece que puede, efectivamente, producir intoxicaciones leves, pero personalmente no creo que 200 cédulas por litro sean realmente peligrosas. Pero sí que aun en concentraciones bajas pueden producir alta toxicidad.

Si se combinan valores de toxicidad por célula hallados por Schmid y Loeblich (1979) para "Gonyaulax excavata", con la cantidad de agua que filtra un mejillón adulto en condiciones favorables (3 l/h según Andreu, 1965) y el factor de conversión de μg de toxina a UR más frecuente, tendríamos que con 200.000 células de ese dinoflagelado por litro de agua (que no alcanzan a valores de discoloraciones) 20 mejillones medianos (= 100 g carne de mejillón) podrían tomar del agua cada día algo más de 200 000 000 de células que dan de 751 a 4 800 μg de TPM (aproximadamente = 4150 - 26400 UR). El último valor es casi siempre letal para el hombre. Desde luego que debiéramos aplicar correcciones de valores que no conocemos, por ej., qué porcentaje de células es retenido y digerido por los mejillones, pero considerando que el filtraje de estos moluscos es muy eficaz creo que la cifra de 200 millones es prudente salvo que, según la distribución de los bivalvos y el movimiento del agua, muchos de ellos reciban agua ya empobrecida en dinoflagelados. Tampoco sabemos qué corrección por excreción de toxina debemos introducir pero en presencia de esas concentraciones de dinoflagelados siempre la retención de toxina es muy superior a su eliminación. Y como en los días subsiguientes el mejillón sigue filtrando y, además, como veremos más adelante, la toxicidad puede aumentar en el transvector respecto a las toxinas que fueron incorporadas, podermos afirmar, aun ignorando todos los factores de corrección que pudiese haber, que seguramente en poco tiempo llegarán esos moluscos a valores de toxicidad altísimos, como se obtuvieron en algunas partes del litoral patagónico. Y en caso de hemotalasias las concentraciones de dinoflagelados pueden ser de varios millones de células por litro, aunque probablemente la toxicidad aumete menos que el número de esos microorganismos.

Los dinoflagelados no parásitos y patógenos conocidos, productores de toxinas diversas o de hemolisinas, se reparten en 10 géneros marinos; hay que agregar uno de agua dulce.

A continuación enumero los géneros tóxicos; entre paréntesis indico el número de especies tóxicas que contienen.

Tres de los géneros son "atecados" o "desnudos", es decir, de células no encerradas en un caparazón o teca de naturaleza celulósica y de cierta resistencia. Ellos son: **Gymnodinium** (4), **Amphidinium** (2) y **Gyrodinium** (1). Los restantes son tecados: **Alexandrium** (7), **Prorocentrum** (4), **Dinophysis** (2), **Ostreopsis** (2), **Coolia** (1), **Gambierdiscus** (1) y **Pyrodinium** (1).

Las especies tóxicas son, en orden alfabético:

Alexandrium acatenella, A. catenella, A. excavatum, A. fraterculus, A. monilatum y **A. ostenfeldii**, además de dos especies aun inéditas. Hay varias sospechas; género en plena revisión taxinómica.

Amphidinium carteri y **Amphidinium klebsi**
Coolia monotis
Dinophysis acuta y **D. fotii**
Gambierdiscus toxicus
Gymnodinium breve, G. catenatum, G.sanguineum y **G.veneficum**
Gyrodinium aureolum
Ostreopsis ovata y **O. siamensis**
Prorocentrum concavum, P. lima, P. minimum (por el momento incluyo en esta especie **P. marielebourae**) y **P. rathymum**
Pyrodinium bahamense var compressum (taxinomía en revisión)

La única especie de agua dulce conocida como tóxica es **Peridinium polonicum**; probablemente haya más.

Como el descubrimiento de que hay dinoflagelados tóxicos es reciente seguramente se irá demostrando que hay más géneros y especies en esa categoría. Varias vías de investigación muy promisorias se han abierto (taxinomía, toxicología, química y bioquímica) y sus repercusiones pueden ser muy amplias no sólo en relación con las intoxicaciones alimenticias y aun respiratorias, sino quizás también con antagonismos biológicos, inmunidad y farmacología.

Algunos de esos dinoflagelados son esencialmente productores de hemolisinas, especialmente **Amphidinium klebsi, A. carteri, Prorocentrum rathymum** y **Coolia monotis**. La hemolisinas más potente es la producida por la primera de esas especies. Productores de hemolisinas menos activas son los restantes **Prorocentrum**, los **Ostreopsis** y **Gambierdiscus**.

Han mostrado toxicidad para los mamíferos **Prorocentrum lima, P. concavum**, los dos **Dinophysis**, los dos **Ostreopsis, Gambierdiscus, Gymnodinium breve** y **G. catenatum, G. sanguineum, Pyrodinium bahamense** (var. **compressum?**) y, sobre todo, siete especies de **Alexandrium**.

Tienen ictiotoxinas potentes que actúan sobre los peces y diversos invertebrados, a los que provocan a veces mortandades masivas, catastróficas, los dos **Amphidinium, Gymnodinium breve, Prorocentrum concavum** y **Alexandrium monilatum**. Son escasas en **Ostreopsis**.

Prorocentrum marielebourae, probablemente simple forma de **P. minimum**, como ya dije, es sospechoso de producir la venerupina del molusco **Tapes japonica.**

Quedan algunas referencias que, por el momento, son demasiado imprecisas como para considerarlas. Así, por ejemplo, se habló de un **Goniodoma** como productor de ictiotoxina pero ni aun la asignación genérica se puede considerar confirmada. También se habló de muerte de peces por un **Gymnodinium** no identificado.

A veces se produce mortalidad de peces cuando se acumulan grandes masas de un conocido dinoflagelado desnudo aberrante, **Noctiluca scintillans.** Se trata casi siempre de muerte por anoxia pues esa gran masa viviente puede agotar casi todo el oxígeno del agua; a veces también por la gran producción de amonio.

Conviene aclarar algo respecto a **Alexandrium,** nombre no familiar a los no especialistas que, en cambio, se extrañaran de no encontrar en la lista a **Gonyaulax,** el género más famoso como productor de TPM. En verdad hablamos de los mismos organismos. Ocurre que en el antiguo género **Gonyaulax** se delimitan claramente algunos tipos morfológicos distintos (Balecin 1977). Un grupo de unas 17 especies tiene características que las unifican y al mismo tiempo las separan netamente de los **Gonyaulax** típicos. Hoy hay acuerdo casi general entre los especialistas en separarlo, sea como género o como subgénero. En lo que no hay acuerdo es si debe considerarse un único género o dos, respondiendo a dos subtipos morfológicos. No es este el lugar para discutir esa cuestión pero adelanto que opino que, por el momento al menos, hay razones de más peso para considerarlas a todas integrando un solo género **(Alexandrium)** que dos **(Alexandrium y Protogonyaulax).** De manera que todas las referencias que se encuentran sobre **Gonyaulax** tóxicos (incluso aquellas de este trabajo en que historio el desarrollo de estos estudios) deben atribuirse a **Alexandrium** (y a **Protogonyaulax** si se admitiesen dos géneros) pues hasta ahora no se probó toxicidad en ninguna especie de **Gonyaulax s. str.**

No abordaré el tema de los productores de ictiotoxinas y me limitaré a los nocivos para el hombre y, en especial, a los encontrados en Iberoamérica o de probable hallazgo en sus aguas.

Desde el punto de vista ecológico dividiremos los dinoflagelados que nos ocupan en dos grupos: planctónicos y bentónicos. De los últimos, es decir, de los habitantes de los fondos marinos litorales, no tenemos referencias para nuestra América y sí algunas muy recientes de otros lugares del mundo. Pero sería muy conveniente la búsqueda de ellos en sedimentos y, más aún, sobre algas bentónicas, pues probablemente se encuentren en el Golfo de México, Caribe y norte de Sudamérica algunos **Prorocentrum** bentónicos, **Ostreopsis** y, sobre todo, **Gambierdiscus.** A este género se le probó recientemente la producción de ciguatoxina (ver Yasumoto et al, 1977, y Adachi y Fukuyo, 1979), una de las responsables de la ciguatera; precisamente este intoxicación fue primero descrita en la región caribeña. Tind all **et al** (1984) encontraron alrededor de las Islas Vírgenes **Prorocentrum** epífitos tóxicos, junto con **Gambierdiscus,** pero ningún país iberoamericano buscó estos dinoflagelados.

Respecto a los planctónicos, cuyas formas vegetativas están en suspensión en el agua, los japoneses demostraron recientemente que **Dinophysis fortii** (Yasumoto **et al**, 1980) produce, a través de moluscos transvectores, intoxicaciones humanas caracterizadas por síntomas gastrointestinales. Este dinoflagelado es muy escaso en aguas cálidas argentinas; es más frecuente en Brasil pero a juzgar por muestras planctónicas del sur de ese país, que me hizo llegar la Dra. Kutner, de Sao Paulo, tampoco es allí muy abundante pues su presencia en esas aguas es mucho menos conspicua que en el sur de California. Seguramente se encuentra en todas las aguas cálidas bastante saladas (según mis registros más de 34,5 g de sal/litro de agua) de alrededor del continente.

Estudios aun en progreso sobre toxicidad de mejillones de Holanda sindican a **D. acuta** (especie de agua fría del mismo tipo morfológico que **D. fortii**) como el culpable de intoxicaciones humanas con síntomas diarreicos y otros gastrointestinales. Esta especie hasta ahora no fue hallada en el Sudatlántico americano pero sí en el sur de Chile (Hermosilla com.pers)

Prorocentrum minimum, especie sindicada como tóxica (Okaichi e Imatomi, 1979) se encuentra en aguas argentinas, a veces en cierta abundancia, pero en nuestro país no fue relacionada con toxicidad.

Gymnodinium catenatum, tóxico según resulta de estudios realizados en España (en publicación) se encontró raramente en Uruguay y norte del litoral argentino. Probablemente se encuentre en otras aguas cálidas sudamericanas.

Pyrodinium bahamense es un dinoflagelado morfológicamente muy próximo a **Alexandrium.** Se lo encontró en las Bahamas, Pt. Rico, Mar Rojo, Golfo Pérsico, Nueva Guinea, Bernec y Filipinas. En aguas americanas no se le encontraron toxinas pero en cambio en Nueva Guinea y en Filipinas produce TPM.

Alexandrium (con la delimitación que ya expliqué) es sin duda el género más importante de los potencialmente peligrosos para el hombre. Por cierta homogeneidad morfológica, tamaño pequeño y tecas delgadas y hialina la diferenciación específica en este género no es fácil. Se conocen unas 17 especies de las cuales 8 son probadamente tóxicas pero una de ellas, **A. monilatum,** al parecer sólo produce ictiotoxinas en cantidad apreciable (TPM en pequeña proporción). Las otras son en cambio peligrosas para el hombre y las principales productoras de TPM. Dos de ellas se han hecho famosas como causantes de la mayoría de las muertes e intoxicaciones graves humanas: **A. catenella** y **A. excavatum.**

Sobre la última hay que aclarar, sin embargo, que con frecuencia la misma especie es citada como **G. tamarensis** y como **G. excavata** y que, probablemente, a veces no es ni una ni otra. No es la misma "excavata", por ejemplo, la que se estudia en Canadá y la original de Noruega. Pero no avanzaré en la discusión de este asunto que es objeto de una amplia investigación que estoy haciendo con material de todo el mundo.

En relación con el tema debemos discutir brevemente la cuestión de la posible toxicidad y no toxicidad de una misma especie. **A. tamarense** típico,

de la desembocadura del río Tamar, en Inglaterra, no es tóxico y en cambio el "tamarensis" citado para la bahía Fundy es altamente tóxico. En este caso, empero, he comprobado que no son la misma especie. No pude hacer lo mismo con los "tamarensis" de la costa oriental inglesa, tóxica y de la que no he recibido material.

Quiere decir que el enigma de la toxicidad/atoxicidad del mismo taxón debe ser primer abordado con determinaciones sistemáticas finas, de mayor precisión que la corriente.

Otra explicación es la errónea atribución de toxicidad a una especie sólo por aparición simultánea de mortalidad y de abundancia de aquella. Así ocurre con **Gonyaulax polyedra** (verdadero **Gonyaulax**) a la que se atribuyó acción tóxica, sea por ictiotoxina, sea por TPM. En el primer caso porque se olvidó que cuando la masa de ese organismo es muy grande en un sitio, puede producir mortalidad de animales marinos por asfixia (taponamiento o recubrimiento de branquias) o por anoxia por deplección casi total del oxígeno del agua o, finalmente, por fenómenos secundarios derivados de la descomposición de esa gran masa orgánica. En cuanto a su TPM es un error por haber vinculado hemotalasias de esa especie con accidentes en verdad producidos en California por **Alexandrium catenella**, y aun por mala determinación específica.

Finalmente tendríamos que investigar más profundamente la posibilidad de que, en ciertos casos, una especie en un sitio o circunstancia sea tóxica y en otros no. El caso de **Pyrodinium bahamense**, por ejemplo, no está aun resuelto satisfactoriamente. Se suele decir que los tóxicos, del Pacífico occidental, corresponden a una var. **compressum**, y se pretende basar la distinción en algunas diferencias de forma y desarrollo de espinas. Con material de Pto. Rico, N. Guinea y Filipinas pude demostrar que esos caracteres no servían como distintivos. Tampoco los detalles tabulares más finos que, en un primer momento, parecieron promisorios en el intento discriminatorio (trabajo en prensa).

MacLean en su trabajo de 1979 concluye que este dinoflagelado en aguas abiertas puede producir acumulaciones ("floraciones") con producción demasiado baja de toxina como para causar trastornos, o florecimientos con producción suficiente de TPM y baja cantidad de ictitoxinas que no afectan sensiblemente la fauna marina. En aguas cerradas, o más o menos confinadas, sus florecimientos en cambio se distinguen por alta producción de TPM y de ictiotoxinas. De modo que la toxicidad no sería en este caso una cuestión de diversidad taxinómica sino de medio.

Prakash y Taylor (1966) llegaron a la conclusión de que **Alexandrium acatenella** puede presentarse en dos formas, una casi aclorótica, inocua y otra con clorofila densa, muy peligrosa. Esto parecería confirmar que hay especies potencialmente peligrosas pero que solo realizan ese potencial en determinadas condiciones del medio.

Sea como sea, lo cierto es que una misma especie puede mostrar muy grandes variaciones de toxicidad. En crecimiento exponencial es más tóxica que en la fase declinante de la población. En estados de resistencia ("quistes") la toxicidad es mayor que en las formas vegetativas natantes y la dife-

rencia es en ocasiones impresionante. White (1978) demostró que, dentro de ciertos límites, la toxicidad de una especie de **Alexandrium** de la bahía de Fundy es directamente proporcional a la salinidad del agua. Esto significa que hay factores ecológicos que, por mecanismos que no conocemos, influyen en el desarrollo de las toxinas, cuyo rol en las especies que las generan es, por otra parte, desconocido.

Más importante aun es el descubrimiento de la portuguesa E. de Sousa e Silva (1979 y 1981) de una relación de endobacterias de **Alexandrium** con su producción de toxinas. Al parecer esas endobacterias inducirían la producción de TPM por el protoplasma del huesped; sin bacterias no habría producción de TPM. La acción bacteriana había sido sospechada por Abbott y Ballantine (1957) pero no hicieron los controles que realizó la investigadora portuguesa y, además, no pensaron en endobacterias.

En Sudámerica por lo menos dos especies de **Alexandrium** han producido intoxicaciones humanas graves y aun casos fatales: **A. catenella** en el sur de Chile y probablemente también en el sur de la Argentina y **A. excavatum** en el Atlántico (Norte de Patagonia y litoral bonaerense).

Muy ocasionalmente se encontró frente a la provincia de Buenos Aires **A. fraterculus,** de la que se desconocía su toxicidad pero que acaba de ser comprobada en el Uruguay donde se ha presentado en cierta abundancia produciendo toxicidad de moluscos (comunic. personal de Bayssé y Burone; determinación de toxinas por Shimizu).

No sabemos si otras dos especies del mismo género, **A. kutnerae** y **A. peruvianum** (la primera del sur del Brasil y ocasionalmente del norte del litoral argentino y la segunda de Perú) son tóxicas o no.

Las toxinas paralizantes de moluscos y sus variaciones

Como dije al principio la primera toxina paralizante bien individualizada fue la extraída del molusco **Saxidomus** y por eso llamada saxitoxina; también fue obtenida del productor primario **Alexandrium catenella.**

Se creyó al principio que era única y la misma generada por su congénere de la costa atlántica. Pero al avanzar las investigaciones químicas se fueron determinando otras y se demostró que no en todos los moluscos tóxicos la saxitoxina es la más abundante. Y, al parecer, siempre se trata de complejos tóxicos. Según Kohen **et al** (1982) y Baden (1982) se identificaron 12 toxinas que se pueden considerar como derivados de la saxitoxina, que es una tetrahidropurina, soluble en agua (como todas las TPM), bastante termoestable, estable en medios ácidos y cuya fórmula empírica es $C_{10} H_{17} N_7 O_4$. Es una base diacídica que forma fácilmente una sal doble con ClH, **aq.** Tiene un gem-diol, lo que es poco frecuente en productos naturales.

La saxitoxina tiene bastante similitud de acción con la tetrodotoxina que se encuentra en los peces "tambor", peces tropicales de la familia Tetraodontidos. Ambos actúan sobre la membrana neurobasal en una forma semejante, pero cuando se lava una preparación neuromuscular las perturbaciones producidas por la saxitoxina desaparecen más o menos rapida-

damente, no así cuando se trata de la tetrodotoxina. La saxitoxina en dosis letales mata un ratón de 20 g de peso en 15 minutos; la tetrodotoxina en 30. El ciático de la salamandrita de California **Toricha torosa** es resistente a la tetrodotoxina pero no a la saxitoxina.

Según Baden (1982) las TPM pueden fácilmente ser distribuídas en cuatro clases. La clase I comprende la saxitoxina (STX) y la Neosaxitoxina (NEO o Neo STX) que es una hidroxisaxitoxina.

La II comprende varios ésteres sulfatados de la II -hidroxisaxitoxina que se denominan en conjunto Gonyautoxinas. Son cuatro distinguidas por números romanos o arábigos según los autores. Son la GTXI, GTXII, GTXIII y GTX IV.

La clase III comprende las Gonyautoxinas V y VI (GTX V y GTX VI), o B_1 y B_2 respectivamente. Son derivados Carbonyl–N–sulfatados de la clase I.

La clase IV está en realidad formada por híbridos de la clase II y III. Se integra con la Epigonyautoxina 8, la Gonyautoxina VIII y las C_3 y C_4.

Todas producen los mismos síntomas pero sus potencias tóxicas son muy distintas. Las más potentes son la STX y la GTX III. Si tomamos la saxitoxina como unidad asignándole toxicidad I las potencias relativas son, según Baden (**loc. cit.**): NEO: 0,51; GTX I: 0,80; GTX II 0,39-0,50; GTX III: 1,09-0,72 GTX IV 0,33; GTX V: 0,17–0,07; GTX VI: 0,09; EpiGTX VIII, 0,01; GTX VIII: 0,12, no se determinaron para C_3 y C_4.

Por ese cuadro se ve la importancia que tiene la proporción de saxitoxina, Gonyautoxina III, GTX I y NEO. Las otras tienen incidencia mucho menor en el fenómeno tóxico.

No sabemos qué transformaciones de unas a otras ocurren en el productor primario y menos, desde luego, con qué velocidad se hacen ni por qué causas. Pero lo cierto es que se notan, como ya dije, variaciones importantes de toxicidad según los bioensayos realizados generalmente con ratones. La relación entre µg de toxina y UR (unidad ratón, cantidad de toxina necesaria para matar un ratón de 20g en 15 minutos, por inyección intraperitoneal) es algo variable, pero parte de su variación puede ser atribuída a la cepa de ratón empleada.

Schmidt y Loeblich (1979) obtuvieron un factor de conversión de UR a µg de STX de 0,182–0, 183 lo que daría I ug de STX = 5,494– 5,376 UR. Otros dieron valores de conversión de 0,16 a 1,81.

Si estudiamos la toxicidad de distintas especies de **Alexandrium** y las determinaciones hechas por distintos autores tenemos estos resultados: para la más estudiada, **A. catenella**, Sommer y Schantz encontraron que se precisan 50 000 células para producir I UR, Burke **et al.** dicen que se precisan 70 000 a 2 000 000 para I UR, mientras que Prakash da estos valores: 19 000 a 2 000 000. Schmidt y Loeblich encontraron que cada célula de esa especie produce un promedio de 1,2 picogramos/célula, lo que daría 154 167 celulas /UR (usando el factor 0,185) pero hay quienes han obtenido valores tan ba-

jos como 10 000 células/UR.

A. acatenella sería, según Prakash, aun más tóxica, con 6.000 c/UR. La especie del golfo de Zaine, generalmente designada, a mi juicio equivocadamente como "G excavata" (**A. excavatum**) produciría, según Schmidt y Loeblich, **op. cit**) 3,8-24 picogramos/célula o 48684-7708 células/UR, lo que la sindica como más peligrosa que **A. catenella**.

Las toxinas en los transvectores

Los transvectores son animales que generalmente se alimentan filtrando el agua de mar y que, en este caso, retienen dinoflagelados tóxicos. Los principales son los moluscos bivalvos. También pueden hacerse tóxicos primarios (es decir, por ingestión directa y acumulación de dinoflagelados) algunos gastrópodos que roen microalgas del sustrato sólido, entre ellas quistes de **Alexandrium** y dinoflagelados bentónicos como **Gambierdiscus**. Asimismo filtran activamente y retienen dinoflagelados los tunicados, que no suelen utilizarse como alimento humano en Occidente, algunos crustáceos ("cangrejitos de la arena" y percebes) y aun peces, principalmente los filtrantes planctófagos, como las anchoítas, arenques y muchas larvas de otros que, en este caso, con frecuencia son transvectores secundarios (se alimentan de los primarios), como son algunos moluscos predatores de bivalvos tóxicos, como **Buccinum.** Pero ningún animal acumula TPM en los músculos, más que en cantidades mínimas. Esto hace que se pueda comer pescado eviscerado proveniente de regiones con toxicidad, o músculos de vieiras, sin peligro.

Se comprobó que en los transvectores primarios la filtración puede ser selectiva favoreciendo o disminuyendo el consumo de dinoflagelados. El mejillón, que es el acumulador más común de TPM, prefiere y filtra sobre todo **Alexandrium** rechazando en parte otras partículas en suspensión mientras con las ostras sucede al revés.

Pero quizás independientemente de la cantidad de **Alexandrium** ingeridos el llamado "bar clam" (almeja del género **Mactra**) en Canadá se hace mucho más tóxico que cualquier otro molusco de la misma área de la costa atlántica. Hasta donde sé no se estudió esta cuestión en las **Mactra** argentinas.

Fix Wichmann **et al.** (1981) y Shimizu y Yoshioka (1981) demostraron que en los pecten o vieiras (Placopecten) del Atlántico norteamericano las toxinas se encuentran en porcentajes distintos que en los **Alexandrium** de que se alimentan: la GTX II y la STX, por ejemplo, aumentan considerablemente en el molusco. Estas transformaciones, por vías aun no esclarecidas y que probablemente sean específicas, además de temporales o circunstanciales contribuyen seguramente a las diferentes toxicidades halladas (ver también Sullivan). También varia la detoxificación, es decir la eliminación de toxina por el transvector, por una combinación de causas específicas y circunstanciales.

Como dije los mitílidos (mejillones, cholgas) tienen una curva de toxificación y detoxificación que sigue muy de cerca la curva de la población de los **Alexandrium.** En otras palabras, se hacen pronto tóxicas pero también pierden su toxicidad poco después de la desaparición de esos dinoflagelados. Las vieiras, en cambio, se detoxifican lentamente.

La lentitud de detoxificación puede deberse a asociaciones de la toxina con algunos compuestos orgánicos de los moluscos (por ej. con la melanina) o a transformaciones enzimáticas. Por esta última razón a veces la eliminación aparente de las toxinas es mucho menor que la real porque a veces al mismo tiempo que el molusco elimina toxinas transforma algunas débiles en otras más potentes lo que puede compensar hasta con exceso la excreción. Es así como se notó que con una pérdida de 1/4 de toxinas totales había en ocasiones un aumento muy señalado de toxicidad.

Este resultado puede observarse también en mariscos conservados por el frio, o por el calor, o cocido. Así, en **Placopecten** la relación entre STX y NEO es aproximadamente de 1:1,5 pero tras un congelamiento de dos años se comprobó un gran aumento de la primera respecto a la segunda que es aproximadamente la mitad de tóxica que aquella.

El calor favorece la transformación de la GTX V a STX y de la GTX VI a NEO: en ambos casos la toxicidad por mol es 6 veces mayor. Más dramático aun es el resultado de la transformación, por el mismo agente, de la EpiGTX VIII, de toxicidad bajísima, en GTX II, que produce un aumento de toxicidad de hasta 46 veces por mol.

Sullivan, en sus tesis doctoral, creo que aun no publicada, y Sullivan **et al** (1983) demostraron que mientras en los mejillones hay muy pequeños cambios, o ninguno, de las toxinas ingeridas, en algunas almejas se producen en cambio transformaciones importantes. Según los mismos investigadores habría otro mecanismo posible; retención selectiva de ciertas toxinas.

Como factor circunstancial interviene en los moluscos vivos; la época del año en que se produjo el brote de TPM y la temperatura del agua y, desde luego, el nivel máximo de toxicidad alcanzado. Cuando el brote se produce a fines del verano o en otoño la detoxificación es más lenta por que en invierno el metabolismo del animal puede descender a 1%del correspondiente al verano, con él baja la excreción de toxinas y ocurre entonces que algunos moluscos mantienen durante los meses fríos hasta el 10%de la toxicidad inicial.

También puede mantenerse la toxicidad en ausencia de formas planctónicas de **Alexandrium** cuando, por razones hidrológicas (por ej. turbulencia que afecta sedimentos) cierta cantidad de quistes de dinoflagelados es resuspendida.

La toxina en el hombre

La TPM actúa sobre el sistema nervioso y placas neurobasales. Los primeros síntomas son siempre peribucales y cuando el nivel de toxicidad es alto, aparecen casi enseguida en forma de cosquilleos y luego anastesia de labios, enseguida de lengua produciendo dificultad en el habla. Después se extiende a miembros; mareos, ataxia, debilidad muscular y, muchas veces, la sensación de flotar en el aire; dificultad respiratoria y muerte rápida por asfixia. La toxina deprime centros respiratorios y circulatorios, pero la acción se ejerce sobre todo en la periferia y la más importante es el bloqueo del impulso del nervio frénico al diafragma. Todas esas neurotoxinas actúan bloqueando el pasaje hacia adentro del Na*.

A veces a esa intoxicación específica se asocian otras: la bacteriólogacaría comprobó la presencia de **Vibrio parahemolítico** en algunos mejillones patagónicos, afectados o no por la TPM; cuando ésta existe aparecen entonces algunos síntomas secundarios atípicos. Esto explica que en algunos casos la sintomatología de la TPM aparezca asociada con trastornos gastrointestinales y en otros no.

Desde luego que no se puede experimentar con hombres para determinar dosis peligrosas y letales. Trasladar los resultados observados en roedores al hombre en proporción a los pesos es también inadecuado. Pero si se llevase un buen registro de la cantidad de mejillones comidos con el tipo de preparación a que fueron sometidos y los síntomas producidos o la velocidad del deceso de las personas que los consumieron, además de determinar simultáneamente o casi simultáneamente la toxicidad de moluscos de la región, se podría obtener información útil.

La mayor al respecto es, probablemente, la que suministraron Medcof **et al** (1947) en su estudio de intoxicaciones en la bahía de Fundy. La toxicidad disminuye por tratamiento de los moluscos al vapor o por hervido con ulterior desechamiento del agua en la que queda buena parte de la toxina. También por cocción prolongada, que casi nunca se hace. Pero lo más interesante de ese trabajo son los datos de toxicidad y síntomas de intoxicación. Observaron esos estudiosos variaciones individuales humanas muy grandes de susceptibilidad al veneno. Intoxicaciones débiles se producen con 1 000 a 18 000 UR/100 g de carne de moluscos (promedio 6 900). Graves con 4 000 -23 000 (promedio 16 000) y los extremadamente graves con 27 000-32 000. Y un dato de particular interés es el siguiente: comparando las intoxicaciones entre residentes (que comen moluscos todo el año) y los no residentes, veraneantes que no suelen incluir moluscos en su dieta habitual, las intoxicaciones fueron de más de 15 veces mayor entre los no residentes en comparación con los residentes, en igual cantidad de consumidores por grupo que habían comido moluscos de la misma toxicidad.

Lo mismo fue observado en Península Valdés, en la Argentina; las víctimas fueron no residentes y no las hubo entre lugareños que seguían comiendo mejillones y cholgas que tenían altos niveles de toxicidad, según la prueba-ratón.

El problema en la Argentina e investigaciones a realizar.

En el año 1973 alerté, por el boletín del Comité Argentino de Oceanografía, sobre la posibilidad de la aparición de la TPM en la Argentina y pedi que se comunicara al Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia" cualquier caso de toxicidad de que se tuviera noticia. Hice esto no sólo por esa posibilidad sino porque conocía vagas referencias a intoxicaciones por moluscos, no fatales y, sobre todo, no estudiadas.

La dramática aparición de 1980 despertó repentino interés pero en un primer momento no suscitó la respuesta totalmente adecuada. En verdad ni entonces el museo recibió comunicación alguna y mi casi inmediata participación fue por iniciativa propia y por la necesidad de encaminar correctamente la investigación.

Las medidas tomadas resultaron, sin embargo, bastante adecuadas y rápidas. Pero temo que, como ocurre con harta frecuencia, después del sacudón y con gran publicidad, el interés subsista sólo entre pocos estudiosos. Y sin interés de los organismos gubernamentales no hay financiación y sin ella la investigación y la prevención irán decayendo.

SENASA sigue ocupándose de detectar oportunamente la toxicidad en moluscos, en el INIDEP se hacen estudios sobre ecología y reproducción de **Alexandium,** en el Centro Nacional Patagónico se determina también toxicidad y se trata de encontrar formas prácticas de detoxificación, en el departamento de química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires se hace el estudio químico de las toxinas y en el Museo citado se continúa estudiando morfología, taxinomía y distribución de todos los dinoflagelados tóxicos, planctónicos y bentónicos, a escala mundial, y bactereología.

Pero la determinación de toxicidad demanda una actividad permanente que requiere más personal, más muestreos y bioterios apropiados.

El muestreo de plancton es, desde hace tiempo, a todas luces insuficiente para determinar a tiempo las primeras apariciones de especies tóxicas y la evolución de sus poblaciónes, Los estudios de oceanografía general regional, semiparalizados, no permiten prever y seguir los cambios físicos y químicos del mar que, presumimos, proveen las condiciones para concentraciones o "florecimientos" de esas especies y su distribución a otras partes.

La incoordinación es un mal permanente en nuestras investigaciones. Los científicos suelen comunicarse entre si pero cuesta llegar a una coordinación interinstitucional y a la eliminación de recelos y egoismos de distintos organismos que debieran colaborar ampliamente. Se llegó hasta el colmo de pretender que un solo organismo tenía el derecho de estudiar este fenómeno

No hay hasta ahora inversión adecuada para disponer de toxina purificada patrón y, para otros estudios. Sin embargo se trata de un asunto de suficiente gravedad y que produce pérdidas económicas cuantiosas que justifican plenamente mayores inversiones y esfuerzos. Recordemos que si dos pescadores del "Constanza" no hubiesen comido mejillones todas esa carga tóxica habría ido al mercado de Buenos Aires (unos 18 cajones de moluscos de altísima toxicidad) y producido una hecatombe.

Hay una serie de líneas de investigación que se abren ante nosotros;

I.*Taxinomía de dinoflagelados.* Diferenciación de especies tóxicas y no tóxicas en el mismo género. Posible existencia de subespecies o clones tóxicos en especies no tóxicas. Determinación de taxones tóxicos en el país y en Sudámerica.

II. *Toxicidad.* a) en los dinoflagelados. Estudio de la evolución de la toxicidad según el estado de las poblaciones. Variaciones de toxicidad producidas por factores del medio y fases de desarrollo de los organismos. Relación toxicidad/fotosíntesis. b) en los moluscos, Variaciones específicas Curvas de toxificación y detoxificación por especie y en relación con la época del año y fisiología de los transvectores.

III.*Distribución.* Mapa mundial y regional de las distribuciones de las especies tóxicas. Relación de la dinámica del mar con la distribución y con las distintas etapas del desarrollo de las poblaciones de dinoflagelados tóxicos. Distribución vertical.

IV. *Química.* Determinación de las toxinas de nuestros **Alexandrium** y ocasionalmente de otros géneros. Estudio de las transformaciones de unas toxinas en otras, tanto en los dinoflagelados como en los transvectores. Investigar velocidad y tipo de transformaciones y las causas que las producen. Destrucción de las toxinas o transformación de las más potentes a las menos potentes como GTX VI y EPI, por métodos de aplicación práctica industrial.

V. *Relación con la bacteriología.* Ocultación o alteración de los síntomas por presencia de bacterias patógenas. Posible exacerbación de la receptividad por acción bacteriana y las bacterias como posibles desencadenantes de la producción de toxinas en los dinoflagelados.

VI. *Inmunología.* Poblaciones y personas sensibles y resistentes a la TPM. Mecanismos de inmunización.

Se está trabajando en aspectos parciales de los cuatro primeros puntos y probablemente el quinto sea encarado pronto por un grupo de profesionales del Centro de Energía Atómica.

Ahora bien, el ritmo del avance en la investigación y la posibilidad de encarar con éxito algunos de los aspectos no abordados dependen esencialmente del interés que se pueda despertar en los especialistas y, sobre todo, en la financiación de las investigaciones. Hay en el país científicos perfectamente capacitados pero falta equipamiento, financiación y coordinación.

BIBILIOGRAFIA

Abbot, B.C. y D. Ballantine: 1957. The toxin from **Gymnodinium veneficum** Ballantine. **J. Mar. Biol. Assoc.** U.K., 36: 169-189.

Adachi, R. y Y. Fukuyo, 1979. The thecal structure of a marine toxic dinoflagellate **Gambierdiscus toxicus** n. gen. n.sp., collected in a ciguaterca-endemic area. **Bull. Jap. Soc. Sic. Fish.**, 45:67-71.

Andreu, B., 1965. Biología y parasitología del mejillón gallego. **Las Ciencias.** Madrid, año XXX (2): 107-118.

Baden, D.G., 1983. Marine food-borne dinoflagellate toxins. **Intern. Rev. of Cytology,** Vol. 82:99-150.

Balech, E., 1977. Cuatro especies de **Gonyaulax sensu lato** y consideraciones sobre el género. **Rev. Mus. Arg. C. Nat. "B. Rivadavia",** Hidrobiología, Tomo 5 (6): 115-131 y lám. I-III.

Ballantine, C. y B.C. Abbott, 1957. Toxic marine flagellates, their occurrence and physiological effects on animals. **J. Gen. Microbiol.** 16: 274-281

Benavides, H.R., R.M. Negri y J.I. Carreto. 1983 Investigaciones sobre el ciclo de vida del dinoflagelado tóxico **Gonyaulax excavata** (Braarud) Balech. **Physis,** Secc. A, 41 (101):135-142.

Burke, J.M., J. Marchisotto, J.J.A. Mclaughlin y L. Provasoli. 1960. Analysis of the toxin produced by **Gonyaulax catenella** in axenic culture. **Ann. N.Y. Acad. Sci.,** 90:837-842.

Fix Wichmann, C.F., G.L. Boyer, C.L. Diran, E.J. Schantz y H.K. Schnoes, 1981. Neurotoxins of Gonyaulax excavata and Bay of Fundy scallops. **Tetrahedron Lett.,** 22: 1941-1944.

Guzman, L. e I. Campodónico. 1975. Marea Roja en la Reg. de Magallanes. **Inst.de la Patagonia,** Pta. Arenas, Ser. Monogr., No. 9, 44 pp.

Hall, S., P.B. Reichardt y R.A. Neve, 1980. Toxins extracted from an Alaskan isolate of **Protogonyaulax, Biochem. Biophys. Res. Comm.,** 97 (2) 649-653.

Hashimoto, Y., 1979. Marine toxins and other bioactive Marine metabolites. Japan Scient. Soc. Pres, Tokyo, 369 pp.

Hurst, J.W. y C.M. Yentsch, 1981. Patterns of intoxications of shellfish in the Gulf of Maine coastal watesr. **Can. J. Fish. Acquatic Sci.,** 38:152-156.

Koch, H.J., 1980. Mussels as a source of paralytic shellfish poissoning, in **Liber Amicorum Walter van den Bergh.**

Kohen, F.E., S. Hall, C. Fix Wichmann, H.K. Schnoes y P.B. Reichardt: 1982. Dinoflagellate neurotoxins related to saxitoxin: structure and latent activity of toxins B1 and B2. **Tetrahedron Let.,** 23 (22): 2247-2248.

MacLean, J.L., 1977. Observations on **Pyrodinium bahamense,** a toxic dinoflagellate in Papua New Guinea. **Limnol. Ocean.,** 22, 234-254.

. . . . , 1979. Indo Pacific Red Tides, in **Proceedings 2nd. Intern. Conference on Toxic Dinoflagellates blooms** (Edit. D.L. Taylor y H.H. Seliger): 385-388.

Medcof, J.C., A. H.Leim, A.B. Needler, J. Giblar y N. Naubert, 1947. Paralitic shellfish poisoning on the Canadian Atlantic coast. **Bull. Fish. Res. Board Canada,** 75: 1-32.

Nakajima, I., Y. Oshima y T. Yasumoto, 1981. Toxicity of benthic dinoflagellates in Okinawa. **Bull. Japan. Soc. of Scient. Fish.** , 47 (8): 1029-1033.

Narakashi, T., H.G. Hass y E.F. Tharrian, 1967. Saxitoxin and tetrodotoxin comparison of nerve blocking mechanism. **Science,** 157: 1441-1442.

Needler, A.B., 1949. Paralytic shellfish poisoning and **Gonyaulax tamarensis. J. Fish. Res. Hd. Canada** 7 (8): 480-504.

Okaichi, T. y Y. Imatomi, 1979. Toxicity of **Prorocentrum minimum var. mariaelebourae** assumed to be the causative agent of short-naked clam poisoning. **Proceed. 2nd. Int. Conf. on Toxic Dinoflagellate Blooms** (Edit. D.L. Taylor y H.H. Seliger; 385-388.

Prakash, A., 1977. Growth and toxicity of a marine dinoflagellate **Gonyaulax tamarensis. J. Fish. Res. Bd. Canada,** 24 (7); 1589-1606.

Prakash, A. y F.J.R. Taylor. 1966. A red water bloom of **Gonyaulax acatenella** in the Strait of Georgia and its relation to paralyitic shell-fish toxicity. **J. Fish. Res. Bd. Canada** 23 (8): 1265-1270.

Prakash, A., J.C. Medcof y A.D.T. Tennant, 1971. Paralytic shellfish poisoning in easter Canada. **Bull. Fish. Res. Bd. Canada.** 168:, 68pp.

Riegel, B. O.W. Stanger, D.M. Wikholm, J.D. Mold y H. Sommer, 1949. Paralytic shellfish poison. V. The primary source of the poison, the marine plankton organism **Gonyaulax catenella. J. Biol. Chem.,** 177: 7-11.

Schantz, E.J., 1960. Biochemical studies on paralytic shellfish poisons. **Ann. N.Y. Acad. Sci.,** 90: 843-854.

. . . ., 1970, Algal toxins, in **Properties and productos of Algae** (J.E. Zajic, edit.) Plenum, N.Y.: 83-89.

Schantz, E.J. , V.E. Ghazarossian, H.R. Schnoes, F.M. Strong, J.P. Springer, J.O. Pezzanite y S. Clardy, 1975. Paralytic poisons from marine dinoflagellates. **Proc. Ist. Conf. Toxic Dinofl. Blooms** (Edit. V. R. LoCicero). Mass. Sci. Tech. Found., Wakefield, Mass. :267-274.

Schmidt, R.Y. y A.R. Loeblich, III., 1979. A discussion of systematics of toxic **Gonyaulax** species containing PSP. in **Proc. 2nd. Conf. Toxic Dinofl. Blooms** (Edit. D.L. Taylor y H.H. Seliger) Elsevier, North Holland Inc.: 8-83.

Shimizu, Y., 1978. Dinoflagellate toxins, in **Marine Natural Products: Chemical and Biological Perspectives.** Vol. 1 (Edit. P.S. Sheuer): Academic Press N.Y.,: 1-42.

Silva, E. de Sousa e, 1979. Intracellular bacteria, the origin of the dinoflagellate toxicity. in **Proc. 4th IUPAC Sympo. on Mycotoxins and Phycotoxins,** Laussane. Proc. Pathtox. Publ.

Silva, E.S. e I. Sousa, 1981. Experimental work on the dinoflagellates toxin production. **Arq. Inst. Nac. Saúde.** Lisboa, Vol. VI:381-383.

Steidinger, K.A., 1983. A re-evaluation of toxic dinoflagellate biology and ecology. in **Progr. in Phycol. Res.,** Vol. 2 (Edit. Round/Chapman). Elsevier Sci. Publ., B.V. :147-188.

Steidinger, K.A. y K. Haddad: 1981. Biological and Hydrographic Aspects of red tides. **BioScience,** Vol. 31 (11) :814-819.

Steidinger, K.A. y E. A. Joyce, Jr., 1973. Florida red tides. **Florida Dept. Nat. Resourc. Mar. Res. Lab., Educ. Series,** No. 17, 26 pp.

Sullivan, J.D., W. I. Iwaoka y J. Liston, 1983. Enzymatic transformations of PSP toxins in the littleneck clan (**Protothaca staminea). Bioch. Biophys. Res. Com, Vol.** 114 (2): 465-472.

Tindall, D.R., R.W. Dickey, T.D. Carlson y G. Morey-Gaines, 1984. Ciguatoxenic dinoflagellates from the Caribbean (en prensa).

White, A.W., 1978, Salinity effects on growth and toxin content of **Gonyaulax excavata,** a marine dinoflagellate causing paralytic shellfish poisoning. **J. Phycol.,** 14: 475-479.

. . . ., 1981. Marine zooplankton can accumulate and retain dinoflagellate and cause fish kills, **Limnol. Ocean.** 26 (1): 103-109.

. . . ., 1982. The scope of impact of toxic dinoflagellate blooms on finfish in Canada. **Canad. Tech. Rep., Fish. & Aquatic Sci.** No. 1063.

Yasumoto, T., I. Nakajima, R. Bagnis y R. Adachi, 1977. Finding of a dinoflagellate as a likley culprit of ciguatera. **Bull. Japan. Soc. Scient.** Fis. 43 (8): 1021-1026.

Yasumoto, T., Y. Oshima, W. Sugawara, Y. Fukuyo, H. Oguri, T. Igarashi y N. Fujita. 1980. Identification of **Dinophysis fortii** as the causative organism of Diarrhetic shellfish poisoning. **Bull. Japan. Soc. Scien. Fish.,** 46 (11): 1405-1411.

Yasumoto, T., Y. Oshima, y M. Yamaguchi, 1978. Occurrence of a new type of shellfish poisoning in the Tohoku District. **Ibidem,** 44 (11): 1249-1255.

****

Este libro
se terminó de imprimir
en Artes Gráficas FAIJA Hnos.
Brandsen 4728 – Avellaneda
en el mes de setiembre
de 1986.

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIOS HONORARIOS

Dr. Norman Borlaug
Dr. Luis Leloir
Dr. Selman Waksman
Dr. Florentino Ameghino †
Dr. Valentín Balbin †
Ing. Santiago E. Barabino †
Dr. Carlos Berg †
Ing. Vicente Castro †
Ing. Enrique Chanourdie †
Dr. Carlos Darwin †
Dr. Germán Burmeister †
Dr. Alberto Einstein †
Dr. Enrique Ferri †
Dr. Angel Gallardo †
Dr. Benjamín A. Gould †
Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Eduardo L. Holmberg †
Dr. Bernardo A. Houssay †
Ing. Luis A. Huergo †
Dr. Mario Isola †
Dr. Juan J. J. Kyle †
Ing. Eduardo Huergo †
Dr. César Lombroso †
Ing. Gullermo Marconi †
Dr. J. Mendizábal Tamborel †
Dr. Walter Nernst †
Dr. R. A. Phillippi †
Dr. Guillermo Rawson †
Dr. Alfredo Sordelli †
Dr. Carlos Spegazzini †
Dr. Pedro Visca †
Dr. Estanislao Zeballos †

JUNTA DIRECTIVA

— Presidente	Ing. Agr. Eduardo Pous Peña
— Vicepresidente 1°	Dr. Máximo Valentinuzzi
— Vicepresidente 2°	Dr. Roberto F. Recoder
— Secretario	Agrim. Antonio M. Saralegui
— Prosecretario	Ing. Agr. Ichiro Mizuno
— Tesorero	Dr. Luis A. Santalo
— Bibliotecario	Dra. Estrella A. M. de Mathov
— Director de Anales	Dr. Pedro Cattáneo

Miembros Titulares

Ing. Lucio R. Ballester
Dr. Alfredo Manzullo
Dr. José Maria Quevedo
Dr. Andrés O. M. Stoppani
Lic. José Maria Gallardo
Ing. Agr. Edgardo N. Orfila
Ing. Roque Scarfiello
Dr. Julio V. Uriburu

Miembros Suplentes

Dra. Sara Mabel Abecasis
Ing. Quím. Carlos A. Leguizamón
Dr. Jorge R. A. Vanossi
Cap. Navío Mario Raul Chingotto
Ing. Elect. Jorge S. Panizza
Ing. Valerio J. Yacubsohn

— Revisores de balances anuales: Ing. Ricardo R. Hertig y Cont. Públ. Jesús Vazquez Ger

SECCIONES DEL INTERIOR

Comisión Directiva

Sección LA PLATA:

Presidente: Ing. Roberto Diego Cotta; Vicepresidente: Ing. Camilo B. Rodriguez; Secretario: (Vacante) Prosecretario: Ing. Horacio C. Albina; Tesorero: (Vacante); Protesorero: Ing. Enrique Corra; Vocales: Dr. Homero Bibiloni; Dr. Jorge Ronco; Dr. Rodolfo Disalvo; Dra. Ives L. Danna; Ing. Aaron Beilinson; Ing. José G. Romano Yalour

Sección SAN JUAN:

Presidente: Dr Indalecio Carmona Ríos; Vicepresidente: Dr Antonio Aguilar; Secretario: Agr. Orlando de Sanctis Aubone; Tesoreo: Dr. Duilio Graffigna; Vocales Titulares: Prof. César H. Guerreo; Ing. José Benedicto Graffigna; Ing. Fernando Volponi; Dr. Emilio Maurin Navarro; Vocales Suplentes: Enólogo Alberto Baistrocchi; Dra. María Augusta Herrera Bustos; Ing. Faustino Puebla; Prof. Mariano Gambier; Revisores de Cuentas: Ing. Enrique Gatti; Ing. Juan C. Perucca; Ing. Jorge Avila.

Sección MENDOZA: (en reorganización)

SECCION ENTRE RIOS: Presidente Prof. Danilo H. DI PERSIA